Se distribuie gratuit

IEAS 2011

www.ieas.ro

info ELECTRICA

numarul 23, iunie 2011

Revista de informatie electrica, editata de www.PortalElectric.Ro

ISSN 1842-3558

Expoziție de echipamente electrice și automatizări

13 - 16 Septembrie 2011
București, Palatul Parlamentului

PARTENER MEDIA

PORTAL Electric.RO

Revista sponsorizata de firma

EDITORIAL

Caracterul puternic al electricienilor Eveniment 3

EVENIMENT

Simpozion International de Inginerie Electrica si Convertoare de Energie 3

ILUMINAT

Analiza armonica pentru diferite tipuri de lămpi fluorescente compacte aflate pe piaţa românească.....4

TEORIE ELECTROTEHNICA

Măsurarea rezistenței prizelor de pământ 7

APLICATII PRACTICE

Aspecte tehnice legate de priza de pamant.....8

APLICATII PRACTICE

Protecţia instalaţiilor electrice interioare împotriva supratensiunilor 9

ECHIPAMENTE DE MASURARE

Instrument virtual pentru masurare fortei si greutatii 13

CONCURS

Test de perspicacitate in automatizari 15

ILUMINAT

Sistem de alimentare pentru lămpile fluorescente compacte în iluminatul rezidential 16

Colectiv redactional InfoElectrica :

Ion Calota - redactor sef, electricitate@gmail.com
Dan Milici - redactor Echipamente de masurare, dam@eed.usv.ro
Stelian Matei – redactor Iluminat , vetcosrl@fastmail.fm
Mihai Peste - redactor Energetica, mihai.peste@enel.ro
Gheorghe Turcu - redactor Aplicatii practice, office@atelierulelectric.ro
Sorin Morancea - redactor Electrotehnica, moranceas@yahoo.com
Gelu Gurguiatu – redactor Calitatea energiei, gurguiatugelu@yahoo.com
Gheorghe Bogdan Dragos - redactor Teorie electrotehnica, bogdancomputers.office@gmail.com
Constantin Beiu - designer, tehnoredactor, costin_beiu2001@yahoo.com

Conform legii, textele si materialele din aceasta revista nu pot fi reproduse sau utilizate in alte medii fara acordul autorilor. Revista poate fi multiplicata si distribuita, doar sub forma gratuita, fara modificari aduse starii initiale. Responsabilitatea corectitudinii datelor din articole revine doar autorilor acestora. Date complete despre firmele si persoanele prezentate in revista le gasiti pe http://www.PortalElectric.Ro .Cei care sunt interesati de reclama in aceasta revista sau doresc sa publice articole vor trimite mesaj redactorului sef, la adresa electricitate@gmail.com

EDITORIAL

Caracterul puternic al electricienilor Eveniment

In randul electricienilor au fost intotdeauna oameni cu caracter puternic, cu sete de cunoastere si cu ambitia lucrului bine facut. In acest editorial vreau sa aduc aminte de momente extreme, de vieti duse la sacrificiu, pentru un ideal, pentru o revolta sau ca o consecinta a pericolului permanent in care lucreaza electricienii.

Un barbat, care lucra pe post de maistru electrician la Trustul de Prefabricate Brasov, ramane poate un exemplu major de dizidenta fata de teroarea regimului comunist.

In fiecare an, eroul este comemorat pe pârtia Bradul, din Poiana Brasov, acolo unde, în 2 martie 1989, Liviu Babes, maistrul electrician de 47 de ani, își dadea foc, în semn de protest fata de regimul comunism.

Avea cu el un carton pe care scrisese „Stop Mörder! Brasov = Auschwitz” (Opriti crima! Brasov = Auschwitz). S-a stins dupa doua ore, la spital, pazit de securisti.

Din vremurile noi amintesc un alt electrician devenit celebru prin mesajul sau extrem, petrecut in Parlamentul Romaniei, de la balconul caruia s-a aruncat intr-un moment de disperare. Electricianul din televiziune, Bobaru Adrian, purta un tricou pe care scria "Ne-ati ucis viitorul !" si a ales sa se arunce de la balcon in timpul discursului prim-ministrului, pe care il considera probabil vinovat de regimul de austeritate impus.

Un exemplu international celebru de dizident este un electrician de pe santierele navale din Polonia, viitorul presedinte Lech Walesa.

Un alt gen de sacrificiu al electricienilor este cel in urma unor accidente. Cel mai recent si zguduitor este cel intamplat in mina de la Uricani, intr-o zi de sâmbata, 5 februarie 2011.

O echipa formata din inginerul Cosmin Calota (36 de ani), seful de echipa Marian Cucu (41 de ani) si electricienii Cornel Borc Hici (36 de ani), Iulian Stoi (36 de ani) si Ion Nadrag (37 de ani) coborase la aproape 400 de metri adancime, ca sa repare un transformator defect. O explozie de gaz metan petrecuta in galerie, provocata probabil de un scurtcircuit, a transformat insa acesta actiune intr-o tragedie, toti cei 5 electricieni fiind jertfiti.

Nu trebuie sa incetam sa comemoram aceste sacrificii si desigur sa nu uitam niciodata pericolele la care sunt supusi electricienii. In acest spirit va anunt ca este in curs de organizare un eveniment important, Simpozionul International de Electrosecuritate, la initiativa Asociatiei Romane de Electrosecuritate, in parteneriat cu Asociatia Romana a Electricienilor si alte organizatii importante. Cei interesati de acest eveniment, pot solicita informatii acestor asociatii.

Ion Calota, redactor șef INFOELECTRICA

EVENIMENT

Simpozion International de Inginerie Electrica si Convertoare de Energie

ELS 2011 - al 4-lea Simpozion International de Inginerie Electrica si Convetoare de Energie, va avea loc în perioada 22 – 23 septembrie 2011, la Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor din Suceava.

Simultan cu acest eveniment se vor mai desfasura:

* Expozitia de inventica: Equipments in Electrical Engineering
* Workshopul: Scientific Research In Electrical Engineering

ORGANIZATORI:

* Ministerul Educatiei, Cercetarii Tineretului si Sportului
* Universitatea “Stefan cel Mare” Suceava
* Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor Suceava
* Facultatea de Inginerie Electrica, Energetica si Informatica Aplicata Iasi
* Centrul de cercetare în domeniul masinilor electrice, aparatelor si actionarilor Suceava
* Centrul de cercetare “Masini electrice pentru sisteme inteligente si automatizari” Iasi
* Institutul de Cercetari si Proiectari Electrotehnice Bucuresti (ICPE)

TOPICUL SIMPOZIONULUI:

1. Transformatoare si masini electrice
2. Sisteme electromecanice de conversie a energiei
3. Sisteme microelectromecanice (MEMS)
4. Roboti si actuatoare
5. Actionari siautomatizari
6. Vehicule electrice si hibride
7. Instrumentatie si achizitii de date
8. Metode moderne în eductia inginereasca

TRIMITEREA LUCRARILOR:

01 iunie 2011 – trimiterea lucrarii finale (4 sau 6 pagini);

01 iunie 2011 – comunicare cu evaluatorii lucrarilor;

15 iunie 2011 – trimiterea lucrarii finale si a taxei de participare.

Toate articolele vor fi publicate in revista cotata CNCSIS B+ - Buletinul AGIR, in primul numar din anul 2012.

O parte din articole vor fi selectate pentru evaluare in vederea publicarii in "Advances in Electrical and Computer Engineering" (revista categorie A, cotata ISI, editata de facultatea din Suceava), iar articolele care primesc acceptul de publicare, in urma evaluarii, vor fi scutite de taxa de publicare.

ALTE INFORMATII:

* http://www.usv.ro/els/index.php
* Mihai RATA: mihair@eed.usv.ro, tel. 0230-522978, int.167; 0726-1737311.

ILUMINAT

Analiza armonica pentru diferite tipuri de lămpi fluorescente compacte aflate pe piaţa românească

Introducere

Piaţa lămpilor fluorescente compacte este în continuă dezvoltare şi un mare număr de firme încearcă să-şi promoveze produsele. Având în vedere lipsa etichetării energetice a lămpilor fluorescente compacte, utilizatorii nu sunt suficient informaţi privind impactul calitate-preţ asupra costurilor pe durata de viaţă, a performanţelor luminotehnice dar şi energetice ale lămpilor. Diferenţele mari, pe piaţă, între preţurile lămpilor fluorescente compacte de aceeaşi putere nominală, face ca lămpile cu preţ redus, dar evident cu parametri reduşi, să fie achiziţionate, determinând o satisfacţie redusă a produsului dar şi neîncredere în noua tehnologie.

Tabelul 1. Caracteristici medii ale lămpilor fluorescente compacte

Nr. lampă	Ţara	P_{nom}	P_{med}	THD_I	Nivelul armonicii [%]						
		[W]	[W]	[%]	3	5	7	9	11	13	15
1	A	11	11,5	99,175	75,525	42,325	21,85	20,8	17,775	13,675	13,275
2.1	B	22	9	130,48	87,02	66,02	43,42	26,14	20,78	20,98	18,7
2.2	B	15	11,2	121,1	84,74	60,56	36,38	22,3	20,14	18,8	15,62
2.3	B	32	20	128,9	86	63,2	39,7	24,2	21,5	21,6	18,7
3	C	23	24	96,3	73	40,6	20,25	19,6	17,15	12,65	11,9
4	D	15	13,67	126,17	85,6	62,23	41,76	28,23	26,67	25,1	21,1
5	E	20	18	130,21	82,6	58,43	36,27	24,6	22,57	20,82	18,65
6	F	15	14	105,35	80,15	50,6	26,15	20,05	19,4	15,0	12,35
7	G	21	22	106,33	79,6	49,8	31,43	26,27	19,67	13,5	11,1
8	H	9	8	108	82	53,7	35,0	23	24,9	14	10,2
9	I	18	13	136	86,6	63,3	43,5	33,7	31,4	27,5	22,2
10	J	15	10	134	86,1	64	42,4	31,3	32	23,5	16,3
11	K			107	78,05	48,9	32,15	24,5	20	13,4	12,9
12	L	22	11	103	76,1	45,6	27,5	26,6	14,2	11	11,6
13	M			131	85,8	64	42,3	30	26,45	24,5	20,0
14	N	18	10	119,5	84	58,6	35,3	25,2	23,1	19,7	12,7
Datele din tabel sunt valorile medii obţinute pe un număr mare de lămpi ale aceluiaşi producător.											

Existenţa unui laborator specializat de certificare, care să studieze posibilitatea încadrării diferitelor tipuri de lămpi în clase de calitate, ar permite utilizatorilor achiziţionarea lămpilor necesare pe baza unor informaţii mai complete. Studiile experimentale preliminare au pus în evidenţă diferenţe mari între valorile înscrise pe lampă şi valorile măsurate.

Existenţa pe piaţa din România a unui mare număr de lămpi fluorescente compacte (LFC), realizate de diferiţi producători, necesită o analiză detaliată privind încadrarea emisiilor acestor lămpi în limitele admise de standardele internaţionale.

2. Analiza armonică pentru diferite tipuri de lămpi fluorescente compacte cu puteri sub 25 W aflate pe piaţa românească

Pentru evaluarea problemelor determinate de prezenţa pe piaţa din România a diferitelor tipuri de lămpi fluorescente compacte (LFC) s-a efectuat un studiu preliminar pentru aceste lămpi de la 14 firme aflate pe piaţa internă; lămpile analizate au puteri de 9W, 11W, 15W, 18W, 20W, 21W, 22W, 23W, 32W, menţionate în tabelul 1.

În cele ce urmează sunt menţionate firmele care au produs lămpile analizate, cu o paletă foarte largă de tipuri de lămpi cu preţuri cuprinse între 3 lei şi 40 lei, în funcţie de caracteristicile tehnico-economice:

A. România, B. China, C. Polonia, D. China, E. Romania, F. Germania, G. Germania, H. Germania, I. China, J. Hong-Kong, K. Germania, L. Indonezia, M. China, N. China, O. China, P. Singapore, Q. China, R. Germania, S. China

Lămpile florescente compacte analizate fac parte din categoria lămpilor cu balast încorporat, cu convertor de frecvenţă (înaltă frecvenţă) pentru alimentarea tubului de descărare şi sistem de redresare cu filtru capacitiv în circuitul de intrare, făcând parte din

Tabelul 2. Limite pentru receptoarele din clasa C, cu puterea nominală sub 25 W

Rang armonic h	Valoarea maxim admisă a curentului electric armonic, raportată la puterea nominală [mA/W]
3	3,4
5	1,9
7	1,0
9	0,5
11	0,35
$11 \le h \le 39$ (numai pentru armonicele impare)	3,85/h

clasa C de aparate receptoare de energie electrică. În studiul efectuat, în prima etapă, au fost luate în considerare numai lămpile fluorescente compacte cu puterea nominală □ 25 W. Pentru aceste lămpi, trebuie să fie îndeplinită una dintre următoarele două condiţii:

a) Armonicile de curent electric nu trebuie să depăşească valorile indicate în tabelul 2:

b) Armonica de rang 3 de curent electric, în procente faţă de componenta fundamentală a curentului electric, nu trebuie să depăşească 86% şi armonica 5 de curent electric nu trebuie să depăşească 61%. De asemenea, forma curentului electric absorbit trebuie să fie astfel încât atingerea valorii de 5% a valorii curentului electric să se facă înainte de 60^0 sau la 60^0, valoarea sa maximă să fie atinsă înainte de 65^0 sau la 65^0 şi reducerea curentului electric sub 5% să se facă după 90^0, în raport cu trecerea prin zero a componentei fundamentale a tensiunii. Limita de

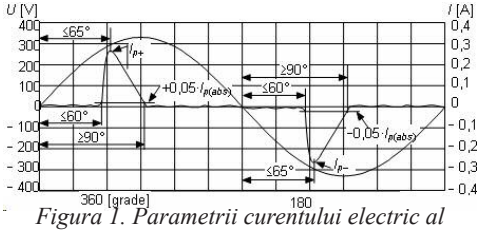


Figura 1. Parametrii curentului electric al lămpilor electrice cu putere sub 25 W

curent electric de 5% se raportează la valoarea maximă a curentului electric ce rezultă pe durata măsurătorilor, iar măsurarea unghiurilor se face în perioada care include valoarea maximă absolută (figura 1).

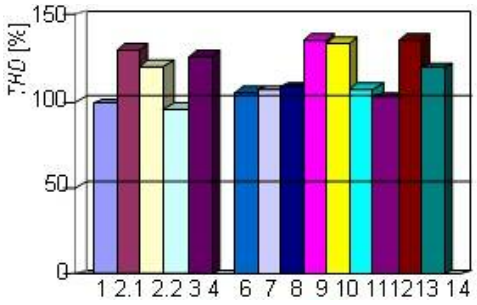


Figura 2. Variaţia factorului de distorsiune de curent electric la lămpile fluorescente compacte analizate.

Pentru a caracteriza produsele realizate de un anumit producător au fost determinate valorile medii ale indicatorilor lămpilor fluorescente compacte, realizate de aceste firme. Valorile obţinute sunt prezentate în tabelul 9, iar prezentarea grafică a factorului de distorsiune şi a componenţei spectrale pentru armonicile 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, sunt prezentate în figurile 32-37.

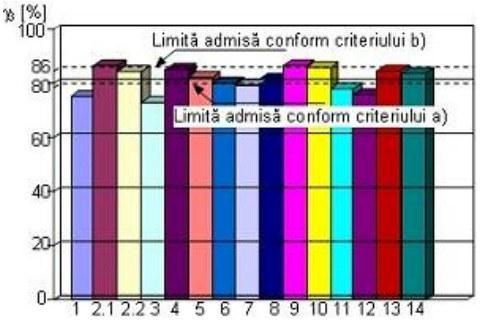


Figura 3.Variaţia nivelului armonicei de rang 3 în spectrul lămpilor fluorescente compacte analizate (P < 25 W)

Analiza datelor din figura 2 pune în evidenţă faptul că factorul de distorsiune al lămpilor fluorescente compacte, aflate pe piaţă variază în limite largi ajungând până la valori de circa 140%. Valoarea minimă înregistrată a fost de circa 95%.

În figura 3 sunt indicate valorile armonicii de rang 3 de curent electric pentru diferitele tipuri de lămpi analizate

Cu linie punctată, sunt indicate limitele admise, conform criteriilor a) şi b) de evaluare. Se observă faptul că lampa 2.1, cu puterea nominală de 22 W şi un factor de putere mediu λ=0,554, nu îndeplineşte criteriul b) (γ_3 = 87,02 % > 86%). Conform criteriului a) ar avea o valoarea admisă a armonicii de rang 3.

$$\gamma_{3admis} = \frac{0.0034 \cdot 22}{\frac{22}{230}} \cdot 100 = 72.8\% \qquad 1$$

Comparaţia cu valoarea realizată de 87,02% arată că această lampă nu îndeplineşte nici criteriul a).

Din figura 3 se observă, de asemenea, că lămpile 9 (Pnom=18W; λ=0,56 şi γ_3=86,6%>86%) şi 10 (Pnom=15W; λ=0,56 şi γ_3=86,1%>86%) nu îndeplinesc condiţiile impuse pentru armonica de rang 3, atât pentru criteriul b) cât şi pentru criteriul a).

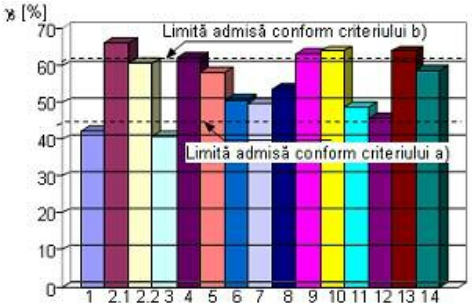


Figura 4. Variaţia nivelului armonicii de rang 5 în spectrul lămpilor fluorescente compacte analizate (P < 25 W)

Datele din figura 3 pun în evidenţă că numai lămpile 1 (Pnom = 11W; λ=0,6125; γ_3=75,525%), 3 (Pnom = 23W; λ=0,62; γ_3=73%), 11 (Pnom=17W; λ=0,6; γ_3=78,05%) şi 12 (Pnom = 22W; λ=0,6; γ_3=76,1%) îndeplinesc condiţiile impuse şi de criteriul a).

În figura 4 este indicată variaţia nivelului armonicii de rang 5 pentru lămpile încercate.

Analiza datelor din figura 4 pune în evidenţă faptul că lampa 2.1 nu îndeplineşte criteriul b) pentru armonica de rang 5.

Conform criteriului a) valoarea admisă a armonicii de rang 5 este

$$\gamma_{5admis} = \frac{0.0019 \cdot 22}{\frac{22}{230}} \cdot 100 = 43.7\% \qquad 2$$

Se observă faptul că lampa 2.1 nu îndeplineşte nici criteriul a) de acceptare.

De asemenea, lămpile 4 (P_{nom} = 15 W; λ = 0,57 şi γ_5 = 62,23 % > 61 %), 9 (P_{nom} = 18 W; λ = 0,56 şi γ_5 = 63,3 % > 61%), 10 (P_{nom} = 15 W; λ = 0,56 şi γ_5 = 64 % > 61%) şi 13 (P_{nom} = 15 W; λ = 0,56 şi γ_5 = 64 %> 61%) nu îndeplinesc condiţiile privind nivelul armonicii de rang 5. Numai lampa 1 (P_{nom} = 11 W; λ=0,6125 şi γ_5=42,325%) şi lampa 3 (P_{nom} = 23 W; λ=0,62 şi γ_5=40,6%) îndeplinesc condiţiile impuse de criteriul a).

Pentru armonicile de rang 7, 9 şi 11 nu sunt indicate, în cadrul criteriului b), limite explicite pentru nivelul acestora. Încadrarea în limitele admise se poate face pe baza analizei formei curbei de curent electric faţă de curba limită acceptată, indicată în figura 1. Criteriul a) Ĥ în general mai exigent Ĥ oferă posibilitatea unei prime verificări a încadrării în lim-

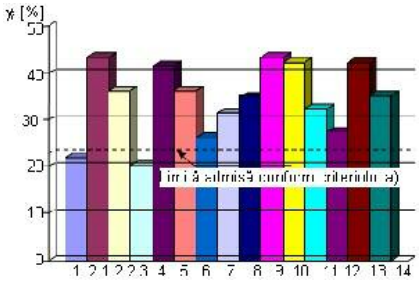


Figura 5. Variaţia nivelului armonicii de rang 7 în spectrul lămpilor fluorescente compacte analizate (P < 25 W)

ite admise. În cazul în care sunt îndeplinite condiţiile impuse de criteriul a), în mod obişnuit, sunt îndeplinite şi criteriile impuse de criteriul b).

În figura 5 este indicată variaţia nivelului armonicilor de rang 7.

Limita admisă pentru armonica de rang 7, conform criteriului a) rezultă

$$\gamma_{7admis} = \frac{0.001 \cdot P_{nom}}{\frac{P_{nom}}{230}} \cdot 100 = 23\% \qquad 3$$

Datele din figura 5 pun în evidenţă faptul că numai lămpile 1 (P_{nom} = 11 W; λ=0,6125 şi γ_7=21,85%) şi 3 (P_{nom} = 23 W; λ=0,62 şi γ_5=20,25%) îndepliesc condiţiile impuse de

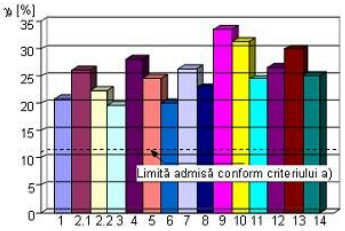


Figura 6.Variaţia nivelului armonicii de rang 9 în spectrul lămpilor fluorescente compacte analizate (P < 25 W).

criteriul a). O evaluare completă privind acceptabilitatea lămpii, din acest punct de vedere, poate fi realizată pe baza analizei formei curbei curentului electric absorbit (comparaţia faţă de curba din figura 6).

În figura 6 este indicată variaţia nivelului armonicilor de rang 9.

Limita admisă pentru armonica de rang 9, conform criteriului a) rezultă

Datele din figura 6 pun în evidenţă faptul că

nici una dintre lămpile analizate nu îndeplineşte condiţiile impuse de criteriul a). O evaluare completă privind acceptabilitatea

$$\gamma_{9admis} = \frac{0.0005 \cdot P_{nom}}{\frac{P_{nom}}{230}} \cdot 100 = 11.5\% \qquad 4$$

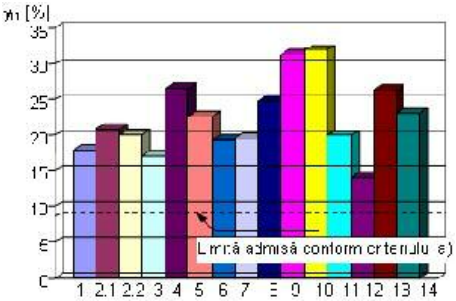


Figura 7. Variaţia nivelului armonicei de rang 11 în spectrul lămpilor fluorescente compacte analizate (P < 25 W).

lămpii, din acest punct de vedere, poate fi realizată pe baza analizei formei curbei curentului electric absorbit (comparaţia faţă de curba din figura 1).

În figura 7 este indicată variaţia nivelului armonicilor de rang 11.

$$\gamma_{11admis} = \frac{0.00035 \cdot P_{nom}}{\frac{P_{nom}}{230}} \cdot 100 = 8.05\% \qquad 5$$

Limita admisă pentru armonica de rang 11 conform criteriului a) rezultă

Datele din figura 7 pun în evidenţă faptul că niciuna dintre lămpile analizate nu îndeplineşte condiţiile impuse de criteriul a). O evaluare completă privind acceptabilitatea lămpii, din acest punct de vedere, poate fi realizată pe baza analizei formei curbei curentului electric absorbit (comparaţia faţă de curba din figura 1).

Lămpile fluorescente compacte sunt caracterizate prin faptul că armonica fundamentală de curent electric este practic în fază cu tensiunea aplicată (≒1=cos $ 1Ỳ1), care se consideră ca fiind sinusoidală. În aceste

$$I_1 = \frac{P}{U} = \frac{P}{230} \qquad 6$$

condiţii puterea activă este determinată practic numai de armonicile fundamentale de tensiune şi de curent electric. Amplitudinea armonicii fundamentale de curent electric I1 rezultă din relaţia:

În relaţia (6) s-a avut în vedere faptul că tensiunea nominală a lămpilor este 230 V, iar tensiunea aplicată este sinusoidală, cu valoarea efectivă egală cu 230 V.

O atenţie deosebită trebuie acordată lămpilor cu putere nominală peste 25 W care trebuie să îndeplinească condiţii mai stricte privind factorul de putere (în actuala etapă trebuie să realizeze un factor de putere $\lambda \geq 0{,}9$.

3. Analiza armonică pentru diferite tipuri de lămpi fluorescente compacte cu puteri peste 25 W aflate pe piaţa românească

Pentru a caracteriza produsele realizate de un anumit producător au fost determinate valorile medii ale indicatorilor lămpilor fluorescente compacte cu putere nominală de peste

Figura 8. Variaţia factorului de putere la lămpile fluorescente compacte cu puterea peste 25 W

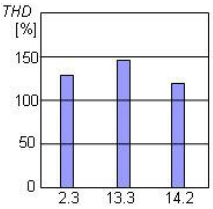


Figura 9. Variaţia factorului total de distorsiune la lămpile fluorescente compacte cu puterea peste 25 W

25 W. Valorile obţinute sunt prezentate în tabelul 9, iar prezentarea grafică a factorului de distorsiune şi a componenţei spectrale pentru armonicile 3, 5, 7, 9, 11 sunt prezentate în figurile 8-14.

Analiza datelor din tabelul 1 pune în evidenţă faptul că lămpile analizate nu îndeplinesc condiţia de factor de putere. În mare măsură acest fapt este datorat puterni-

$$\lambda = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2 + D^2}} \qquad 7$$

cei distorsiuni a curentului electric absorbit de lampă (în definiţia actuală a factorului de putere, acesta include atât influenţa puterii reactive Q cât şi influenţa puterii deformante D).

Ponderea puterii deformante se poate observa în figura 8, în care sunt prezentate valorile factorului total de distorsiune pentru cele trei tipuri de lămpi fluorescente compacte care au puteri nominale peste 25 W.

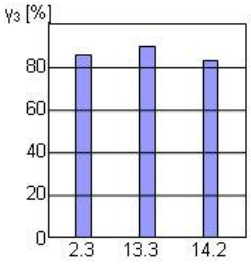


Figura 10. Variaţia nivelului armonicei de rang 3 pentru lămpile fluorescente compacte cu puterea peste 25 W

Datele din figura 9 indică o puternică distorsiune a curbelor de curent electric absorbit de lămpile analizate.

Nivelul armonicelor de rang 3 ale lămpilor studiate este indicat în figura 10.

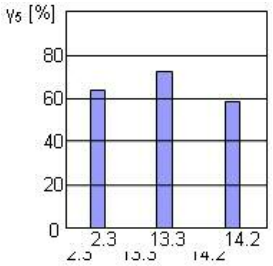


Figura 11. Variaţia nivelului armonicei de rang 5 pentru lămpile fluorescente compacte cu puterea peste 25 W

În figura 11 sunt indicate nivelurile armonicelor de rang 5 determinate de curentul electric absorbit de lămpile fluorescente compacte cu puterea peste 25 W analizate în cadrul studiului preliminar.

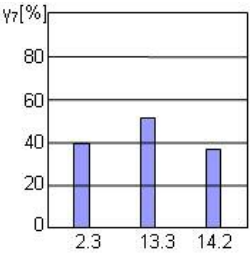


Figura 12. Variaţia nivelului armonicei de rang 7 pentru lămpile fluorescente compacte cu puterea peste 25 W

În figura 12 sunt indicate nivelurile armonicelor de rang 7 determinate de curentul electric absorbit de lămpile fluorescente compacte cu puterea peste 25 W analizate în cadrul studiului preliminar.

În figura 13 sunt indicate nivelurile armonicelor de rang 9 determinate de curentul electric absorbit de lămpile fluorescente compacte cu puterea peste 25 W analizate în

cadrul studiului preliminar.

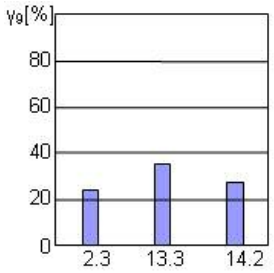


Figura 13. Variaţia nivelului armonicii de rang 9 pentru lămpile fluorescente compacte cu puterea peste 25 W

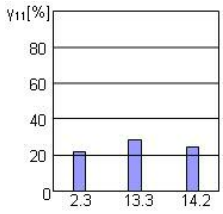


Figura 14. Variaţia nivelului armonicii de rang 11 pentru lămpile fluorescente compacte cu puterea peste 25 W

În figura 14 sunt indicate nivelurile armonicilor de rang 11 determinate de curentul electric absorbit de lămpile fluorescente compacte cu puterea peste 25W analizate în cadrul studiului preliminar.

Analiza figurilor 8-14 pune în evidenţă faptul că lămpile studiate, deşi au o putere nominală peste 25 W, nu sunt prevăzute cu circuit de corectare a factorului de putere astfel că nivelul armonicilor principale este foarte ridicat determinând un factor de distorsiune ridicat dar şi un factor de putere redus.

Analiza lămpilor aflate pe piaţa din România a pus în evidenţă şi faptul că există o diferenţă importantă între puterea înscrisă pe lampă şi puterea reală absorbită, ceea ce confirmă aspectele practice observate privind necorespondenţa între fluxul luminos afişat şi fluxul luminos emis real.

Concluzii

Studiul privind principalele caracteristici tehnice: puterea nominală, puterea absorbita, THD-ul (factorul total de distorsiune) si armonicile de curent electric s-a făcut pe următoarele tipuri de lămpi:

S-a făcut analiza armonicilor 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 pentru lămpile fluorescente compacte cu puteri nominale mai mici de 25 W în figurile 2–7.

S-a făcut analiza armonicilor 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 pentru lămpile fluorescente comtacte cu puteri nominale mai mari de 25 W în figurile 8–14.

Din această analiză rezultă următoarele observaţii:

a) Puterea absorbită:

Produsele de la firmele 1, 3, 4, 5 (poz. 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8), 6, 7, 8, 11 şi 13 se încadrează cu o abatere de ± 15%;

Produsele de la firmele 2, 5, (poziţile 5, 9 şi 10), 9, 12 14, prezintă o abatere mai mare de ±15%;

b) Factorul total de distorsiune (THD) variază între 93% şi 147% pentru produsele măsurate;

c) Armonicile de curent electric:

- corespund la produsele de la poziţiile 1, 3, 11, 12;
- nu corespund la produsele de la poziţiile 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14.

Încadrarea armonicilor 3–15 la valori sub cele maxim impuse şi a THD-ului la valori sub 7% vor duce la micşorarea pierderilor în reţeaua electrică de alimentare a lămpilor fluorescente compacte.

Bibliografie

[1] BOX N., FUTURISTIC LIGHTING IN THE URBAN LANDSCAPE, Conferinţa internaţională de iluminat, 2003, 10.
[2] DEHOFF P., BEU D., NOUA NORMA EUROPEANA EN 12 464, Conferinţa internaţională de iluminat, 2003, 16.
[3] Moroldo D., Iluminatul urban. Aspecte fundamentale, soluţii şi calculul sistemelor de iluminat, Editura Matrix, Bucureşti, 1999.
[4] Pop F., Ghidul centrului de ingineria iluminatului. Managementul energiei. Costurile iluminatului, Editura Mediamira, Cluj-Napoca, 2000.
[5] van Bommel W., de Mann Marie, Test Model for computer programs used in interior lighting, Proceedings of the 7th European Lighting Conference LUX Europa, Edinburgh, UK,1993.
[6] ***General Electrics, http://gelighting.com
[7] ***Guide to the lighting of urban areas, Technical Report, CIE 136 – 2000.
[8] ***Osram, http://www.osram.de
[9] ***Philips, http://www.lighting.philips.com
[10] ***Sylvania, http://sylvania-lighting.com
[11] DIRECTIVA 2009/125/CE a Parlamentului European şi a Consiliului de instituire a unui cadru pentru stabilirea cerinţelor în materie de proiectare ecologică aplicabile produselor cu impact energetic din 21 octombrie 2009
[12] REGULAMENTUL (CE) NR. 244/2009 AL COMISIEI de implementare a Directivei 2005/32/CE a Parlamentului European şi a Consiliului în ceea ce priveşte cerinţele de proiectare ecologică pentru lămpi de uz casnic nondirecţionale din 18 martie 2009

Constantin Ivanovici, Nicolae Golovanov, Aurelia Ionescu, Ionel Popa, Viorel Ionescu, Cristian Lunganu

TEORIE ELECTROTEHNICA

Măsurarea rezistenţei prizelor de pământ

Priza de pamânt este un dispozitiv prin intermediul caruia se realizeaza o legatura electrica conductoare directa cu pamântul a carcaselor metalice ale masinilor si aparatelor electrice sau a unor noduri (puncte) ale retelelor electrice pentru asigurarea functionarii corecte ale acestora si cu scopul protejarii personalului de exploatare impotriva tensiunilor accidentale care pot sa apara in functionare normala sau in regim de avarie.

Dupa modul de realizare ele pot fi:

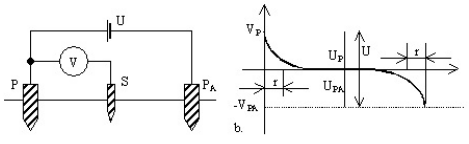
- naturale (elemente metalice ale constructiilor din beton armat, mantalele metalice ale cablurilor subterane, conductele instalatiilor de apa sau gaze etc.);
- artificiale (realizate din tevi de otel zincat sau de cupru sau chiar din table de otel zincat sau de cupru).

Dupa complexitate, se clasifica in:

- simple (singulare) - realizate dintr-un singur corp conductor (electrod) ingropat in pamânt;
- multiple - obtinute prin legarea electrica cu ajutorul unor conductoare de mica rezistenta a mai multor prize simple de tipuri diferite.

Rezistenta unei prize de pamânt trebuie sa aiba o valoare cât mai mica, astfel incât caderea de tensiune pe aceasta rezistenta sa fie sub limita periculoasa pentru electrocutare. Intrucât aceasta rezistenta depinde de elementele constructive ale prizei, conductibilitatea electrica a solului (prin umiditate si sarurile continute, temperatura) este necesara masurarea periodica a acestor rezistente.

Masurarea rezistentei electrice a prizelor de pamânt se face numai in c.a. pentru a evita efectele de polarizare a solului, de corodare si electroliza care ar avea loc daca s-ar utiliza c.c.



Pentru determinarea rezistentei electrice a unei prize de pamânt (P) este necesara o alta priza, auxiliara (PA) pentru a se inchide circuitul de masurare. Daca se considera ca intre P si PA se aplica o tensiune continua U, variatia potentialului electric de-a lungul liniei care uneste prizele P si PA apare ca in fig. 4.17,b. Cu exceptia zonelor de raza r, care depinde de dimensiunile prizei si de conduc-

tivitatea solului, potentialul prizelor ramâne practic constant.

Rezistentele prizelor sunt:

$$R_p = \frac{U_p}{I_p}$$

$$R_{PA} = \frac{U_{PA}}{I_{PA}}$$

unde:

U_P, U_{PA} sunt tensiunile prizelor fata de pamânt;

I_P, I_{PA} curentii care circula prin prizele P, P_A.

Se constata ca practic, la o distanta de 20 m de priza, densitatea curentului dispersat in pamânt este neglijabila, astfel ca este necesar ca distanta dintre P si PA sa fie de 40 m.

Pentru masurarea diferentei de potential dintre priza si pamânt se foloseste o a treia priza, numita priza sonda S, amplasata in zona de potential nul. Cele trei prize P, S, PA pot fi situate in linie dreapta sau in vârfurile unui triunghi.

Metoda ampermetru - voltmetru

Tensiunea alternativa de alimentare se obtine cu transformatorul T. Pentru o masurare

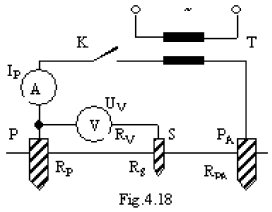


Fig.4.18

precisa este necesar ca R_V sa fie cât mai mare fata de R_S. In acest caz R_P se determina cu relatia:

Daca aceasta conditie nu este indeplinita, U_P

$$R_p = \frac{U_p}{I_p}$$

este:

O alta metoda este metoda celor trei masur-

$$U_P = U_V\left(1 + \frac{R_S}{R_V}\right)$$

atori, sau varianta Nippold, utilizând fie metoda ampermetru - voltmetru, fie metoda puntii de c.a., prin legarea succesiva, doua câte doua, a prizelor P, S, PA. Metoda este greoaie si destul de imprecisa.

Metoda de compensatie

Este metoda cea mai practica, utilizata pe scara larga (fig. 4.19).

Tensiunea alternativa este furnizata de un

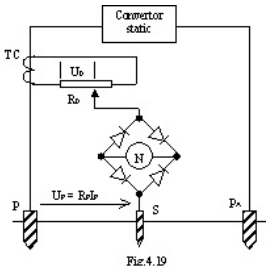


Fig.4.19

convertor static. In secundarul unui transformator de curent TC se monteaza o rezistenta R0 de valoare cunoscuta. Prin deplasarea cursorului rezistentei R0 se obtine echilibrul puntii (curent nul in detectorul de nul N).

Daca raportul de transformare al transforma-

$$U_P = U_0$$

$$R_P \cdot I_P = R_0 \cdot I_0$$

torului de curent este 1:1, atunci:

$$R_P = R_0$$

Gheorghe Bogdan Dragos

APLICATII PRACTICE

Aspecte tehnice legate de priza de pamant

Instalaţia de legare la pământ este ansamblul de conductoare şi electrozi prin care se realizează legătura tuturor elementelor metalice, accesibile, dintr-o instalaţie cu solul.

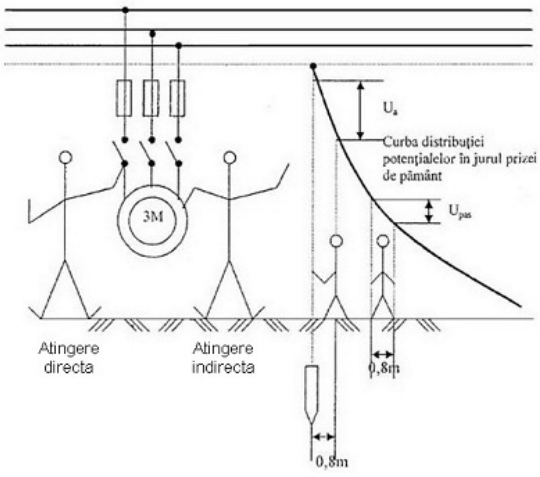
Cum functioneaza protectia contra electrocutarii prin legare la pamant?

Carcasele metalice sau alte componente conductoare ale diverselor componente electrice care in mod normal nu sunt sub tensiune, de regula, se leaga la conductorul de protectie (impamintare). Daca apare un defect la acel aparat electric, aceasta insemnand punerea sub tensiune a carcasei metalice, in acest moment apare un curent suficient de mare pe circuitul: conductorul de faza, defectul aparut, conductorul de protectie, priza de pamant., astfel incat sa actioneze protectia aparatului (arderea sigurantelor). Este de mentionat faptul ca protectia are un timp de reactie, fractiuni de secunda, timp in care toata tensiunea se afla pe priza de pamant deci pe carcasa.

In consecinta la aparitia unui defect (scurtcircuit pe carcasa metalica a aparatului electric) cu toate ca este legata la pamant, pe carcasa apare tensiunea de defect din momentul aparitiei defectului pana in momentul functionarii protectiei.

Tensiunea de atingere si de pas.

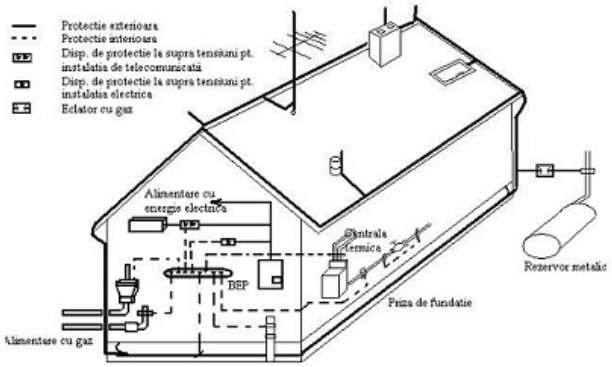
In imaginea de mai jos este aratat ce inseamna atingerea directa; atingerea accidentala a partilor dintr-o instalatie care este in mod normal sub tensiune, adica borne, conductoare, etc. Atingerea indirecta este atingerea elementelor metalice care in mod normal nu sunt sub tensiune, spre exemplu carcasa unui motor. Pe aceste elemente metalice pot aparea tensiuni periculoase datorita defecatii dispozitivului respectiv. De aceea, aceste carcase si elementele metalice trebuie legate la pamant.



Tot in aceasta figura se vede curba de dispersie a potentialului in cazul in care se produce un defect, aceasta situatie este prezenta din momentul aparitiei defectului pana la functionarea protectiei (arderea sigurantei). Priza de pamant va avea tensiunea fazei pe care s-a produs defectul si aceasta tensiune scade odata cu cresterea distantei si va fi nula la o anumita distanta de priza, masurata pe sol. Aceste valori depind de doi parametrii: rezistenta de dispersie a prizei de pamant, adica de cat de bine este realizata priza de pamant (numar de electrozi, configuratia lor, etc) si de curentul de scurtcircuit al retelei in punctul de defect (vezi articulul din nr 2 al revistei). Tensiunea de pas este acea tensiune care apare

intre doua puncte pe pamant situate la o distanta de aproximativ 0.8m, cat ar fi un pas facut de om. Se proiecteaza priza de pamant astfel incat aceasta tensiune sa aiba o valoare cat mai mica si ne periculoasa pentru om.
Tensiunea de atingere este acea tensiune care apare intre punctul de atingere a carcasei aflate sub tensiune si punctul de pe sol unde se afla persoana. Daca priza de pamant este la o distanta mare de persoana, tensiunea de atingere este chiar tensiunea de defect. Este cazul cel mai defavorabil. Daca priza de pamant se afla sub picioarele persoanei, tensiunea de atingere este 0. Este cazul cel mai favorabil. De aceea se recomanda folosirea ca priza de pamant, armatura metalica din fundatia cladirii sau legarea podelei conductoare la aceeasi priza de pamant astfel egalizandu-se potentialele si tensiunea de atingere devanind 0.

Protectia impotriva descarcarilor atmosferice.
„Din punct de vedere al protectiei împotriva trasnetului, se recomanda realizarea unei prize de pamânt unice-comuna pentru instalatia de protectie impotriva trasnetului, instalatia electrica, instalatia de telecomunicatii si înglobarea ei în structura constructiei. Daca prizele de pamânt ale acestor instalatii sunt separate, ele trebuie interconectate.” -citat din normativul I20-2000
Omul este protejat complet contra electrocutarii daca se afla intr-o cusca Faraday, adica o cusca metalica, exemplu: in avion sau in masina suntem protejati contra electrocutarii in cazul descarcarilor admosferice (faptul ca poate lua foc masina este alt aspect).
O instalatie electrica de protectie impotriva

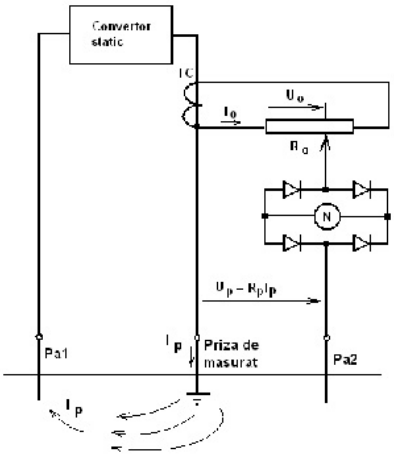


trasnetului, corect realizata, se incepe cu instalatia interioara. Aceasta inseamna legarea tuturor elementelor metalice din cladire, instalatia de gaz, instalatia de incalzire, alte elemente metalice, la o bara de egalizarea potentialelor si la priza de pamant. Se leaga la pamant prin intermediul eclatoarelor toate instalatiile electrice, ca in figura de mai jos.
Instalatia exterioara de paratrasnet include :
- dispozitivul de captare cu sau fara unul sau mai multe PDA;
- conductoare de coborâre;
- piese de separatie pentru fiecare coborâre;
- priza de pamânt tip IPT;
- piesa de legatura deconectabila;
- legaturi între prizele de pamânt;

Este mult mai periculos de locuit intr-o cladire care are doar o instalatie de paratrasnet exterioara decat daca nu are deloc o astfel de instalatie. La producerea unei descarcari atmosferice, mult mai probabila daca exista o instalatie exterioara de paratrasnet, se pot produce descarcari secundare in cladire si pe componentele metalice din cladire pot apare tensiuni periculoase, de aceea este imperios necesar ca aceste elemente metalice sa fie legate intre ele si la priza de pamant.

Metode de masurare a prizei de pamant
Metoda ampermetru - voltmetru:

$$R_P = U_P / I_P$$



Ing Turcu Gheorghe

APLICATII PRACTICE

Protecţia instalaţiilor electrice interioare împotriva supratensiunilor

Generalităţi

În contextul tehnologic actual şi având în vedere miniaturizarea electronică pe o scară tot mai mare, influenţele variaţiei tensiunii de alimentare pentru noile echipamente, atât tehnologice-industriale, cât şi casnice, impun reguli din ce în ce mai stricte de limitare a valorilor de variaţie a tensiunii de alimentare, în special a valorilor de vârf, care pot provoca daune ale acestor echipamente, de multe ori iremediabile.
Supratensiunea reprezintă o creştere, după o anumită regulă, a tensiunii nominale a unei linii electrice, depăşind valorile limită normale, peste care echipamentele electrice alimentate sunt puse în pericol de deteriorare. Cauzele apariţiei supratensiunilor sunt multiple, plecându-se de la loviturile directe de trăsnet, până la supratensiunile de frecvenţă industrială. Toate aceste forme de manifestare a creşterii valorii tensiunii de alimentare pot fi clasificate în patru categorii principale astfel:

1. Supratensiuni generate de descărcări atmosferice, sau de origine atmosferică, caracterizate prin: U>4 U_f, durată foarte scurtă 1…1000µs, impuls cu pantă foarte mare 1…1000kV/µs, frecvenţa caracteristică fiind în intervalul 100 kHz …1 MHz;
2. Supratensiuni de comutaţie, caracterizate prin: U = 2…4 U_f, durată redusă, 1…100 ms, impulsul având forma unei oscilaţii amortizate cu frecvenţa medie de până la 200 kHz.
3. Supratensiuni datorate descărcărilor electrostatice, caracterizate prin: U> 4 U_f, durată foarte scurtă, 1…100 ns, impulsul este foarte scurt şi are o

energie care depinde de capacitatea obiectului, sau a echipamentului încărcat electrostatic.

4. Supratensiuni de frecvenţă industrială, caracterizate prin U ≤1,73 U_{ef}, durată foarte mare de manifestare, fiind în directă legătură cu sistemul de protecţie adoptat, forma de undă corespunde cu cea a frecvenţei industriale (sinusoidală neamortizată).

Din punct de vedere al zonelor de protecţie la supratensiuni atmosferice, vom avea două zone importante, una exterioară aflată în exteriorul construcţiei, neprotejată, sau protejată parţial de loviturile de trăsnet şi una interioară, protejată de instalaţiile de protecţie la trăsnet şi instalaţiile de protecţie la supratensiuni, definite astfel:

Zona 0 (ZPT 0) - Zonă pusă în pericol de câmpurile electrice şi magnetice neatenuate ale trăsnetului şi unde reţelele interioare pot fi supuse curenţilor electrici de trăsnet integrali (Zona 0A), sau parţiali (Zona 0B).

Zona 1 (ZPT 1) - Zonă unde curentul electric de trăsnet este limitat prin divizare şi prin SPD instalate la frontierele acestei zone. Ecranele metalice pot atenua câmpul electromagnetic generat de trăsnet.

Zona 2 sau peste (ZPT 2...n) - Zonă unde curentul electric de trăsnet poate fi limitat în continuare prin divizare şi prin SPD suplimentare instalate la frontierele acestei zone. Ecrane metalice suplimentare pot fi utilizate pentru a obţine atenuarea suplimentară a câmpului electromagnetic generat de trăsnet.

Analiza supratensiunii

Cunoaşterea tipului de supratensiune, a echipamentului de protecţie cu care se lucrează, a metodei sale de acţiune şi a caracteristicilor sale tehnice sunt premizele de la care trebuie plecat în realizarea unei scheme de protecţie eficiente.

În primul rând trebuie analizată incidenţa fenomenelor externe generatoare de supratensiuni şi ponderea lor în instalaţia în cauză. În acest sens se va lua în considerare că, în cazul în care alimentarea se realizează dintr-o linie electrică aeriană, influenţele supratensiunilor atmosferice pot avea o pondere ridicată ceea ce implică utilizarea unui dispozitiv tip 1, sau clasă B, pe intrarea căilor de alimentare. În cazul unei alimentări subterane, dintr-o reţea subterană, influenţele atmosferice scad ca pondere, în schimb ponderea mare o pot avea supratensiunile de comutaţie, în acest caz se impune utilizarea unui dispozitiv de protecţie tip 2, sau clasă C, sau, a unui dispozitiv de protecţie combinat tip 1+2, sau clasă B+C.

Influenţa formei impulsului are o însemnătate mare, de asemenea, în alegerea dispozitivului de protecţie, deoarece descărcătorul este obligat să conducă întreaga cantitate de energie electrică excedentară către priza de pământ, sau să o disipe la nivelul său, excedent energetic ce în anumite condiţii poate fi destul de important cantitativ.

Forma impulsului pentru care este indicat un anumit element de protecţie este dată de valoarea curentului de testare care este asemănătoare cu cea a impulsului natural, generat de trăsnet, 10/350µs, sau comutaţie, 8/20µs, valorile indicând vitezele de creştere/descreştere frontului de undă a supratensiunii.

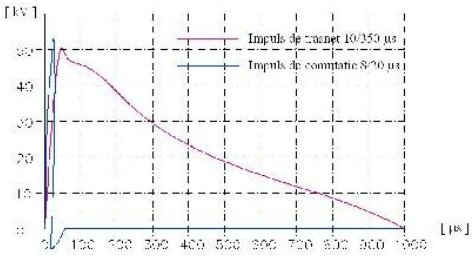


Fig. 1 Formele impulsurilor supratensiunilor atmosferice şi de comutaţie

Elementele de protecţie tip 1, sau clasă B, utilizate pentru curenţi de impuls de origine atmosferică, 10/350 µs, sunt constituite din eclatori capsulaţi cu capacitate mare de descărcare, valorile curenţilor de vârf în cazul lor ajungând până la 50 kA pe pol în cazul elementelor fază-nul şi 125kA, în cazul elementelor N-PE.

Elementele de protecţie tip 2, sau clasă C, utilizate pentru curenţi de impuls de comutaţie de forma 8/20 µs, sunt realizate cu varistoare din oxid de zinc, cu rezistenţă variabilă, având capacităţi mari de descărcare 25-150 kA.

f [Hz]	X_L [Ω]
50	0,00157
100	0,00314
200	0,00628
500	0,0157
1000	0,0314
5000	0,157
10000	0,314
100000	3,14
1000000	31,4

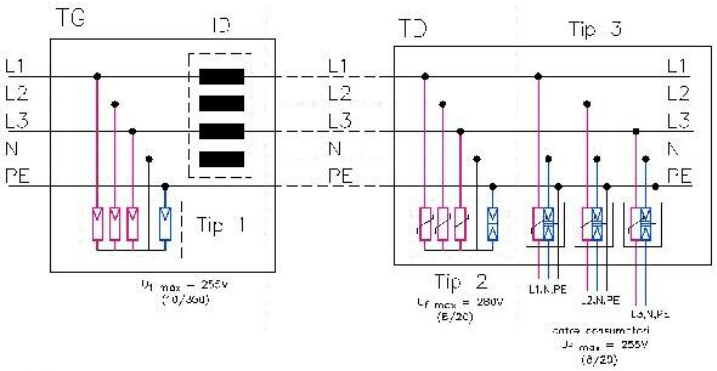
Elementele de protecţie combinate tip1+2, sau clasă B+C, răspund ambelor forme de impulsuri, atât atmosferice 10/350µs, cât şi de comutaţie 8/20µs, sunt realizate de asemenea cu varistori, având capacităţi de descărcare superioare elementelor de tip 2.

Inductanţa de decuplare, este o inductanţă de valoare foarte mică, 5µH, înseriată în circuitul de alimentare, cu rolul de a crea o coordonare energetică între descărcătorul tip 1, aflat în amonte şi descărcătoarele tip 1+2, 2, 3, aflate în aval de aceasta, reducând energia curentului de impuls prin creşterea impedanţei circuitului direct proporţional cu frecvenţa, după cum se poate observa şi din tabelul şi graficul prezentate în figura 2.

În cazul în care linia electrică de alimentare care desparte descărcătoarele de tip 1 de cele de tip 2 are o lungime mai mare de 5 metri, rolul inductanţei de decuplare este preluat integral de impedanţa internă a liniei.

Din cele prezentate mai sus se poate observa faptul că este necesar ca alegerea tipului de descărcător să se realizeze în concordanţă cu tipul perturbaţiei care afectează linia de alimentare, deoarece un element de tip 1 nu va răspunde corect unui impuls de comutaţie, un element de tip 2 nu va răspunde corect unui impuls de origine atmosferică, iar o inductanţă de decuplare supusă unui impuls de comutaţie nu va avea un răspuns asemănător cazului unui impuls de origine atmosferică.

Un exemplu practic al unei scheme de protecţie la supratensiuni, atât de origine atmosferică (impuls de forma 10/350), cât şi de comutaţie (impuls de forma 8/20) este prezentată în figura 3.



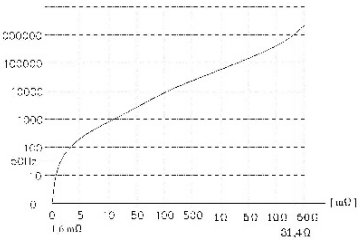
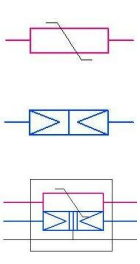


Fig. 2 Variaţia impedanţei inductanţei de decuplare în funcţie de frecvenţa impulsului

Descărcător tip 1, L-N, Eclator Iimp = 50 kA (10/350)

Descărcător tip 1, L-PE, Eclator Iimp = 25 kA (10/350)

Inductanţă de cuplare L = 5µH



Descărcător tip 2, L-N, Varistor I_{imp} = 15-80 kA (8/20)

Descărcător tip 2, L-PE, Eclator I_{imp} = 25 kA (8/20)

Descărcător tip 3, L-N-PE, Varistor/Tub descărcare în gaze Eclator I_{imp} = 2,5 kA (8/20)

Fig. 3 Schemă complexă de protecţie la supratensiuni utilizând o combinaţie de descarcătoare de tip 1, 2 şi 3, pentru un sistem trifazat.

În schema prezentată se poate observa cum protecţia de tip 1, împotriva supratensiunilor atmosferice este montată în tabloul general de distribuţie, împreună cu inductanţa de decuplare, iar protecţiile de tip 2 şi 3, împotriva supratensiunilor de comutaţie sunt montate la nivelul unui tablou de distribuţie.

În cazurile în care configuraţia de distribuţie nu permite realizarea unei scheme de protecţie completă, separată aşa cum s-a prezentat anterior, se poate utiliza o protecţie combinată tip 1+2, asigurându-se un anumit grad de protecţie atât împotriva supratensiunilor atmosferice, cât şi a celor de comutaţie, această schemă însă prezentând un risc ceva mai ridicat în utilizare faţă de schema cu protecţii separate pe fiecare tip de impuls în parte.

Schemele prezentate, adaptate unui sistem de alimentare/distribuţie trifazat, se pot readapta cu uşurinţă şi la sisteme de alimentare/distribuţie monofazate, prin simpla eliminare a dispozitivelor care intervin în schemă, corespunzătoare fazelor ce vor fi eliminate, aşa cum este prezentat în figura 4.

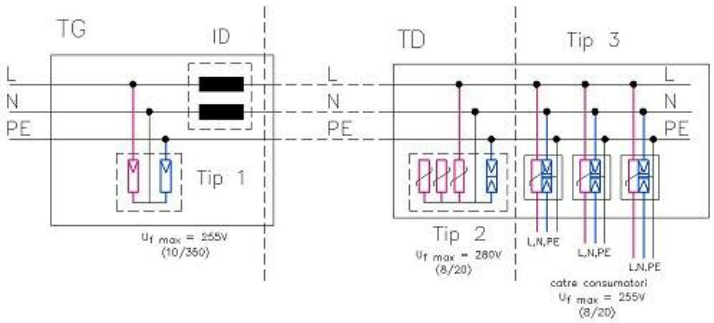


Fig. 4 Schemă complexă de protecţie la supratensiuni utilizând o combinaţie de descarcătoare de tip 1, 2 şi 3, pentru un sistem monofazat.

Elemente de protecţie la supracurent şi decuplare

La apariţia unei unde de supratensiune pe un anumit element de reţea, regimurile tranzitorii pot genera unde de supratensiune directe, care se propagă din punctul de apariţie către consumatori, dar şi unde reflectate, care, având amplitudine oscilatorie atenuată, vor străbate elementele reţelei până la atenuarea completă, solicitând suplimentar elementele de protecţie la supratensiune. În plus de asta, în cazul supratensiunilor de frecvenţă industrială, timpul de acţiune al acestora este foarte mare, ca durată, chiar dacă solicitările din punct de vedere energetic nu sunt comparabile pe perioade scurte de timp cu cele atmosferice sau de comutaţie. În aceste cazuri, este necesară o decuplare temporară a alimentării până la restabilirea regimului de funcţionare iniţial, atât pentru protejarea elementului descărcător, cât şi a consumatorului.

De obicei un impuls de supratensiune nu apare echilibrat pe fazele sistemului de alimentare, iar însumarea vectorială a tensiunilor la nivelul grupului de descărcătoare (conectate în stea) duce la anularea totală, sau parţială a componentelor perturbatoare. În cazul anulării parţiale, rezultatul este descărcat prin elementul N-PE către pământ. În cazul în care apar suprasolicitări ale traseului N-PE, o întrerupere temporară a alimentării poate proteja grupul de descărcătoare de distrugere prin suprasolicitare, dar şi consumatorii aflaţi în aval, în cazul în care prin distrugerea unui element de protecţie s-ar crea o breşă în sisem. În acest caz, se recomandă utilizarea în zonele de alimentare ale tablourilor de distribuţie a siguranţelor automate cu capacitate de rupere mare (15-25 kA) combinate cu blocuri de protecţie diferenţială selective 50-100 ms. În cazul utilizării unor blocuri de protecţie diferenţială neselective, declanşarea se va realiza intempestiv, la orice curent, de valoare I>Id, scurs către PE, fără a se ţine cont de caracteristica tranzitorie a acestuia.

O astfel de schemă este prezentată în figura 5, în care se poate observa protecţia principală, la intrarea alimentării generale, realizată cu un bloc diferenţial tetrapolar, selectiv, în combinaţie cu o siguranţă automată, tetrapolară, cu capacitate mare de rupere, solidarizate mecanic. Varianta monofazată a sistemului se poate urmări, în aceeaşi figură, pe partea de distribuţie, realizată cu un element combinat, siguranţă automată cu protecţie diferenţială, de asemenea, elementul diferenţial fiind selectiv, iar capacitatea de rupere 10 kA.

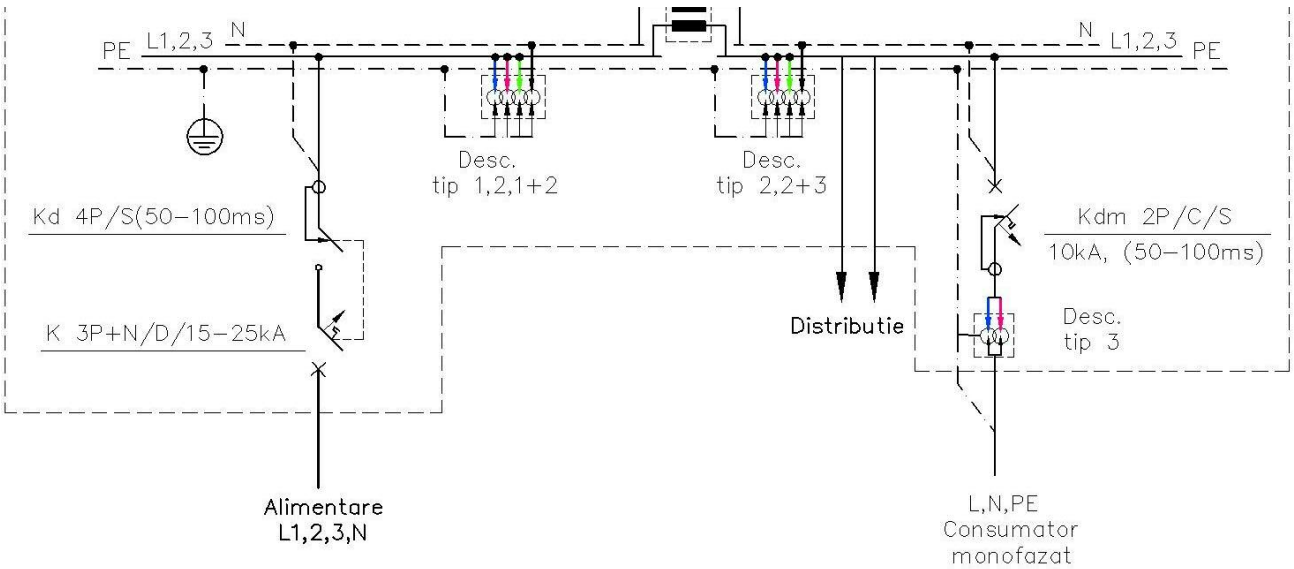


Fig. 5 Schemă complexă de protecţie la supratensiuni coordonată cu elementele de protecţie la scurtcircuit, supratensiune şi curenţi de defect diferenţiali.

Ca exemplu practic, pentru schema din figura 5 propun următoarea configuraţie

Alimentare	230/400 Vca, 50Hz, L1,L2,L3,N+PE
Schemă	TN – S
I max	63 A
Consumator	16A/230Vca

În această configuraţie, componentele schemei electrice vor avea următoarele caracteristici:

Simbol	Protecţie I>,Isc,Id	Protecţie supratensiune	
		Varianta	Varianta
	Eaton-Moeller	OBO Bettermann	Eaton-Moeller
K	PLHT – D 63/3N	–	–
Kd	PBHT – 63/4/03 – S/A	–	–
Desc. Tip1	–	1x MCD 50 – B 3+1 (cod 5096 87 9)	1x SPI – 50/NPE
ID	–	4x LC 63 (cod 5096 97 0)	–
Desc. Tip2	–	1x V20 – C 3+NPE – 20	3x SPC – E – 280
		(cod 5094 65 6)	1x SPC – E – N/PE
Kdm	PKNM – 16/1N/C/003 – G	–	–
Desc. Tip3	–	1x VF 230 – AC/DC (cod 5097 65 0)	1x SPD – S – 280/2

Se va avea în vedere că inductanţele de decuplare produse de către OBO Bettermann au un curent de funcţionare de 63A, iar Eaton-Moeller nu produce astfel de echipamente. Pentru date şi informaţii suplimentare privind echipamentele precizate se vor consulta cataloagele OBO Bettermann şi Eaton-Moeller.

Varianta prezentată poate fi adaptată cu uşurinţă şi pentru cazul unei alimentări monofazate, L,N+PE, adaptând elementele schemei în funcţie de necesităţi şi de caracteristicile şi datele de catalog ale echipamentelor.

În schemele de protecţie de acest fel este important de remarcat faptul că elementul de protecţie la supratensiuni se montează tot timpul în aval de elementul de protecţie diferenţial. În caz contrar, la apariţia unui curent de scurgere N-PE, declanşarea elementului diferenţial din aval nu va fi posibilă, declanşarea elementului din amonte putând avea consecinţe neplăcute din punctul de vedere al lipsei alimentării pentru cu totul alţi consumatori, pentru care respectiva supratensiune nu avea valoare periculoasă.

În cazul unui impuls "corespunzător" (de exemplu o supratensiune industrială) se poate ajunge până la avarierea elementului de protecţie la supratensiune, acesta fiind neprotejat în faţa unei suprasolicitări de durată.

În cazul în care nu se vor utiliza în schemele de distribuţie elemente de protecţie diferenţială, elementele de protecţie la supratensiuni se recomandă de către producători a se proteja cu siguranţe fuzibile cu curenţi de lucru şi putere de rupere în deplină coordonare cu elementul descărcător ales.

Alegerea şi coordonarea corectă a echipamentelor de protecţie atât la supratensiuni, cât şi la suprasarcini, este esenţială în realizarea unei scheme de protecţie şi distribuţie sigure şi fiabile, cu şanse ridicate de funcţionare, având în vedere tot timpul atât protejarea consumatorului, cât şi a elementului descărcător.

dr. ing. Sebastian Alexiu

ECHIPAMENTE DE MASURARE

Instrument virtual pentru masurare fortei si greutatii

Lumea moderenă nu poate fi imaginată fără mijloace de măsurare sigure, exacte şi din ce in ce mai inteligente. Până la apariţia microprocesoarelor, prelucrarea informaţiilor de măsurare, precum şi luarea unor decizii se făceau exclusiv în exteriorul mijlocului de măsurare, de către operatorul uman sau cu ajutorul unui calculator conectat prin circuitele de interfaţă.

În ultimul timp, se constată o largă răspândire şi o continuă perfecţionare a calculatoarelor personale; marele firme producătoare de sisteme de măsurare realizează produse, care utilizează calculatorul personal pentru:

- achiziţia de date din sistemele industriale;
- reglajul şi supravegherea unor parametri sau instalaţii (procese);
- realizarea unor mijloace de măsurare cu performanţe ridicate.

Microprocesorul îndeplineşte următoarele funcţii:

- gestionează achiziţia şi memorarea datelor;
- selectează automat gama de măsurare şi realizează comanda intrărilor şi ieşirilor;
- procesează (prelucrează informaţiile de măsurare): inmulţirea cu o constantă, determinarea valorilor medii, maxime şi efective, compararea cu anumite valori limită, liniarizarea caracteristicilor senzorilor utilizaţi, calcule statice;
- autoetalonează sistemul şi compensează automat influenţele parametrilor mediului asupra informaţiei de măsurare (în loc de compensare prin scheme a caracteristicilor circuitelor interne, care se modifică odată cu condiţiile de mediu, se corectează indicaţiile sistemului, folosind corecţiile calculate de microprocesor);
- realizează autotestarea, cu afişarea codificată a părţii componente defecte;
- asigură creşterea vitezei de funcţionare şi a fiabilităţii, simultan cu reducerea costului sistemului, prin micşorarea numărului de circuite integrate şi a numărului de conexiuni, precum şi prin înlocuirea logicii cablate cu metode de programare;
- asigură mărirea exactităţii măsurărilor de auto etalonare, prin corectarea erorilor condiţionate de deriva nulului, eliminarea erorilor sistematice şi a celor subiective, introducerea corecţiilor la modificarea condiţiilor exterioare, eliminarea erorilor aleatoare, prin medierea unui număr suficient de mare de măsurări, eliminarea influienţelor componentelor neinformaţionale ale semnalului de intrare şi a zgomotelor;
- transmite datele la distanţă;
- valorifică datele prin transmiterea unor comenzi, reglarea unor procesesau afişarea pe un display sub formă de tabele sau grafice.

Măsurarea unei mărimi fizice presupune, în primul rând detectarea sa.

Senzorii pasivi convertesc mărimea de intrare într-o mărime electrică (rezistenţă, inductivitate, capacitate).

Senzori şi traductoare tensometrice rezistive

Senzorii tensometrici rezistivi sunt utilizaţi la măsurarea tensiunilor mecanice (eforturile unitare σ de alungire sau comprimare) în diverse zone ale unor elemente structurale din construcţii sau ale unor organe de maşini. Se reaminteşte relaţia dintre efortul unitar şi forţa care acţionează :

F fiind forţa, iar A – aria secţiunii transversale).

Legea lui Hooke permite determinarea efortului unitar σ, în funcţie de alungirea relativă, în conformitate cu relaţia:

Senzorul tensometric converteşte alungirea în variaţie de rezistenţă electrică.

De fapt, aşa după cum se va demonstra, dacă

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

un fir din material conductor este supus unei tensiuni mecanice, nu se modifică numai lungimea sa, ci şi aria secţiunii transversale şi rezistivitatea.

Dacă senzorul tensometric este fixat pe o

$$\sigma = E\frac{\Delta l}{l}$$

piesă care este supusă unei solicitări mecanice, acesta va prelua deformaţia piesei. Variaţia de rezistenţă a senzorului tensometric este proporţională cu alungirea sa; în consecinţă, pe baza unei etalonări prealabile, se poate determina deformaţia din piesa studiată şi, în final, mărimea mecanică ce a produs această deformaţie.

Din punct de vedere constructiv, traductoarele tensometrice se pot realiza sub una din următoarele forme:

- traductor tensometric simplu;
- traductor tensometric pe suport de hârtie;
- traducutor cu folie (peliculă).

Deoarece traductoarele au forma şi aspectul unui timbru, se numesc şi mărci tensometrice.

În general, lungimea senzorului tensometric este cuprinsă între 3 şi 130 mm. Senzorii tensometrici cu lungimi sub 20 mm se folosesc pentru măsurarea deformaţiilor materialelor omogene (de exemplu oţel); senzorii cu lungimi mai mari de 20 mm se folosesc pentru măsurarea deformaţiilor unor materiale neomogene (de exemplu, beton sau lemn).

Lăţimea mărcii tensometrice este de (1....60) mm.

Caracteristicile senzorilor tensometrici sunt:

- senibilitatea;
- rezistenţa electrică;
- limitele deformaţiilor măsurate;
- frecavenţa solicitărilor variabile;
- temperatura maximă de lucru.

Traductoare pentru măsurarea forţei

Forţa este definită de legea fundamentală a dinamicii ca fiind:

Această relaţie permite determinarea:

- forţei, măsurând acceleraţia şi cunoscând masa;
- acceleraţiei, măsurând forţa şi cunoscând masa;
- masei, cunoscând acceleraţia şi măsurând forţa.

$$\overline{F} = m\overline{A}$$

Măsurarea unei forţe necunoscute se face realizând un echilibru între această forţă şi o alta antagonistă, în aşa fel încât atât rezultanta forţelor cât şi momentul lor să fie nule; dispozitivul care realizează acest lucru se numeşte dinamometru. Un traductor dinamometric este format dintr-un corp de probă supus acţiunii forţei necunoscute şi care produce o deformare corpului de probă, deformare care stă la originea forţei antagoniste. Deformaţia (şi deci forţa căutată) pot fi măsurate:

- direct, folosind mărci tensometrice;
- indirect, dacă una dintre proprietăţile fizice ale corpului de probă depinde de deformaţia sa ca în cazul materialelor piezo-electrice sau magneto-rezistive.

Greutatea unui corp, notată cu P, se scrie ca fiind produsul dintre masa sa, m şi acceleraţia gravitaţională, g:

Deci greutatea corpului depinde de locul în care se face măsurătoarea (mai precis de latitudinea geografică a locului ca şi altitudinea

sa). În funcţie de latitudinea L, acceleraţia gravitaţională la nivelul mării, g0(L) este dată de expresia:
în care gø = 9,78049 ms-2, este valoarea acceleraţiei gravitaţionale la Ecuator.
În funcţie de altitudine, acceleraţia gravitaţională se calculează cu relaţia:

$$P = mg$$

în care a 2•10-7 m-1.
Măsurarea greutăţii unui corp se face de regulă pentru determinarea masei sale. Utilizând mase cunoscute într-un loc în care acceleraţia gravitaţională este ştiută se poate deter-

$$g_0(L) = g_\varphi[1 + 5,2884 \cdot 10^{-3} \sin^2(L) - 5,9 \cdot 10^{-6} \sin^2(2L)]$$

mina forţa necunoscută. Câmpul de aplicaţii pentru traductoare dinamometrice este foarte larg: mecanică, robotică, biomecanică. Domeniul de măsură se întinde de la fracţiuni de N la 107N.

$$g(L,h) = g_0(L) \cdot (1 - a \cdot h)$$

Exemplu de instrument virtual pentru măsurare folosind mărci tensometrice
Denumirea limbajului grafic LabVIEW provine dintr-o prescurtare din limba engleză: „Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench”. Acest limbaj grafic este un mijloc de programare destinat controlului, analizei şi afişării datelor; utilizarea acestui limbaj s-a remarcat în special în cazul instrumentaţiei de măsurare bazată pe tehnica de calcul.
Programarea unui sistem de măsurare cu ajutorul calculatorului într-un limbaj clasic (C, Pascal, Ada etc.) consumă foarte mult timp. Interfeţele acestor limbaje clasice sunt de multe ori neclare şi greu de înţeles. Prin utilizarea limbajului grafic LabVIEW, rapiditatea programării creşte foarte mult datorită introducerii unei interfeţe grafice mai intuitive.
LabVIEW este unul dintre primele limbaje de programare grafică utilizate în aplicaţii de achiziţii de date cu tehnică de calcul.
Cu ajutorul plăcilor de achiziţie de date, fluxul de date numerice sau analogice provenite de la diverse traductoare poate fi prelucrat sau analizat. Prelucrarea datelor numerice sau analogice prin intermediul limbajului de programare, permite crearea sau simularea unor aparate de măsură şi control (instrumente virtuale). În general, termenul de "Instrument Virtual" se foloseşte cu referire la un instrument de măsură sau de automatizare simulat printr-un program şi se realizează pe baza unui software, un program de simulare şi a unui element hardware, compus din module de prelucrare a semnalelor şi plăci de achiziţie de date.
Principalul avantaj al unei instrumentaţii de măsurare bazată pe tehnica de calcul (instrumentaţie virtuală) faţă de un instrument clasic de măsurare constă în faptul că instrumentaţia virtuală poate fi uşor transformată prin programare.
Instrumentele virtuale create prin programare pot fi simple aparate de măsură sau diferite dispozitive care permit controlul unor instalaţii de automatizare.
Interfaţa unui instrument virtual conţine dispozitive şi aparate de măsură şi control realizate într-o formă grafică asemănătoare aparatelor şi dispozitivelor reale.

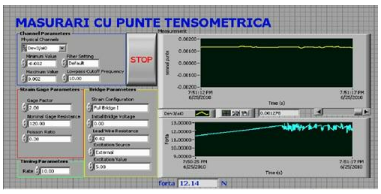


Fig. 1 Panoul frontal al aparatului de măsură realizat

Mediul de programare LabVIEW este un mediu de programare grafică orientat pe obiecte. El permite realizarea unor programe care să reprezinte instrumente de măsură virtuale, utilizatorul acestora lucrând cu ele la fel ca şi cu instrumentele de măsură obişnuite.
Fiecare program în LabVIEW va avea două componente principale:

- componentă constituită de panoul frontal al aparatului de măsură virtual, componentă ce va permite citirea afişarea valorilor mărimii măsurate şi introducerea unor date de intrare (valori de referinţă, valori de constante, butoane de comandă, comutatoare, etc.). Această componentă poartă numele de fereastra panoului cu instrumente, panou frontal (Panel);
- componentă care va descrie operaţiile pe care le realizează programul pornind de la datele de intrare şi valorile mărimilor achiziţionate pe diferite canale. Această componentă poartă numele de fereastra blocului diagramă

Fiecare din cele două componente este disponibilă simultan la realizarea şi rularea unui program în LabVIEW; programul fiind conceput să lucreze sub sistemul de operare Windows trecerea de la o fereastră la alta se realizează cu ajutorul mouse-ului.

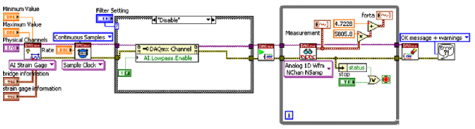


Fig. 2 Diagrama bloc

Atunci când se face salvarea programului ambele componente sunt salvate într-un fişier cu extensia „vi”; apelarea unui fişier cu extensia .vi va determina deschiderea ferestrei panel, pentru prima vizualizarea a ferestrei blocului diagramă fiind necesară selectarea opţiunii „ Windows -» Show diagram” din bara de meniuri a ferestrei panoului cu instrumente.

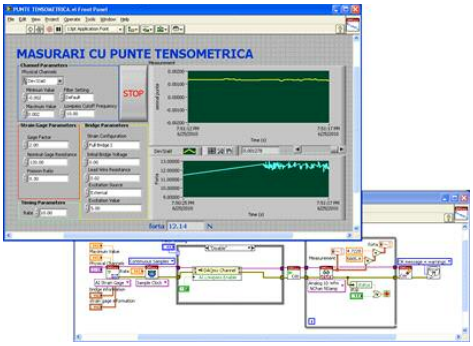


Fig. 3. Interfeţele grafice ale programului

În fig. 3 este prezentată o captură a interfeţţei grafice, atât Front Panel cât şi Bloc Diagram. Datorită interfeţei programului, acesta permite cu uşurinţă utilizare şi citire a indicatoarelor, având în vedere controalele foarte simple utilizate, pentru comandă.
În fig. 4 este prezentată interfaţa utilizator:

1- selectarea canalului conform plăcii de achiziţie utilizată şi a caracteristicilor semnalului analogic de intrare (domeniu şi frecvenţă);
2 - buton rulare program;
3 - buton oprire program;
4 - graficul în care este reprezentat semnalul achiziţionat din diagonala de măsură a punţii tensometrice;
5 - viteza de citire (eşantioane / secundă);
6 – setarea parametrilor senzorilor tensometrici utilizaţi în puntea de măsură;
7 – setarea parametrilor punţii de măsură (configuraţie, iniţializare, tip alimentare);
8 - valoarea numerică a forţei obţinută prin calcul numeric pe baza semnalului obţinut în diagonala de

măsură a punţii;
9 - grafic în care este prezentată mărimea variaţia forţei pe perioada măsurării.

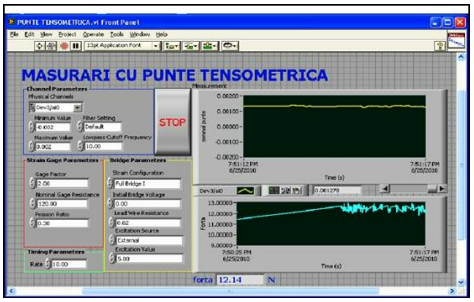


Fig. 4. Interfaţa grafică

Reprezentarea datelor experimentale în vederea evaluării erorilor, pe baza funcţei de transfer a senzorului obţinută în urma calibrării (F = 5805,8 x + 4,7228) este prezentată în fig. 5. Unde cu F este valoarea forţei măsurate (în N) iar x valoarea tensiunii din diagonala de măsură a punţii rezistive (în V).

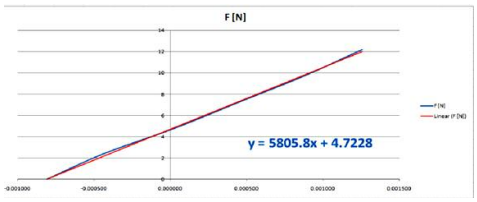


Fig. 5. Reprezentarea caracteristicilor reale si ideale a sistemului de măsură realizat

Concluzii

Utilizînd acest sistem experimental, ce are la bază o punte tensometrică cu patru elemente active şi o aplicaţie LabVIEW, putem identifica, măsura şi monitoriza, o gamă de mărimi fizice neelectrice cum ar fi: greutate, forta, presiune, cuplu, vibraţii, etc. doar prin modificarea în software a funcţiei de conversie a semnalului din punte în vederea afişării mărimii măsurate in unităţi de măsură dorite. Avantajele utilizării acestui sistem sunt: simplitate a interconectărilor, fiabilitate în exploatare, mobilitate şi configurarea uşoară, posibilitatea de memorare a valorilor măsurate şi tranmiterea acestora la distanţă.

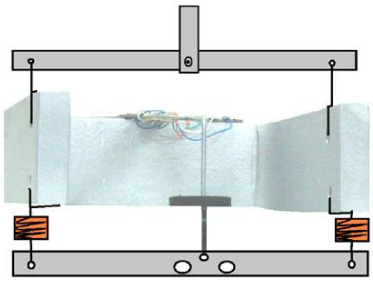


Fig. 6 Adaptarea standului pentru diferite aplicaţii prin mărirea domeniului mărimii măsurate

Bibliografie

[1] C. Golovnov, P. Todos, Senzori şi traductoare, Editura Tehnica a U.T.M., Chişinău, 1998;
[2] E. P. Zaides, Traductoare şi senzori, Editura Electra, Bucureşti, 2002;
[3] S. Tom, I. Neacşu, Ş. Grigorescu, Bazele instrumentaţiei virtuale, Editura Atelier Didactic, Bucureşti, 2006
[4] http://www.cinelformacao.com/labview/files/usb6008
[5] http://www.sfera.com.ro
[6] http://www.sieipowerest.ro
[7] http://www.robotics.ucv.ro

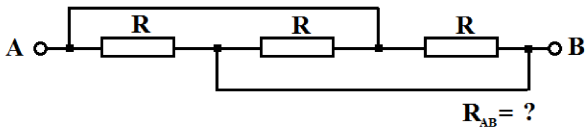
stud. Petru Iftime, stud. Constantin Grosu, stud. Stud. Gh. Florin Tane, ing. L. Dan Milici

CONCURS

Test de perspicacitate in automatizari

Continuăm cu traditionalul test de automatizări ajuns la editia a 12-a propunandu-vă ca de obicei in finalul revistei, ca relaxare, să rezolvati o problemă de logica si automatizări ,la care veti primi răspunsul corect in numărul următor al revistei. Cei care vor să participe la acest test, pot scrie răspunsul lor la adresa electricitate@gmail.com . Cei care au dat raspunsul corect vor fi citati in numărul viitor. Succes !

Testul din acest număr este un pic deosebit de cele anterioare si are următorul enunt :

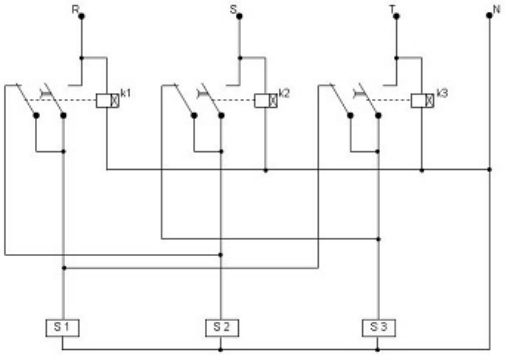


La testul din numarul trecut au raspuns corect si-i felicitam pe : ***Marcel Tudor, Alexa Radu, Eugen Draghici, Sandor Jozsef, Postolache Stan, Corban Cristian, Raul Dobritoiu, Tanase Mihai, Necseszan Ferenc, Avasalcai Pavel, Sorin Lupei, Selko Alexandru.***

Testul din numărul trecut a avut următorul enunt :

Avem un bransament trifazic care alimentează un tablou electric cu consumatori monofazici. Să se realizeze o automatizare prin care in momentul in care 1 sau 2 faze, oricare dintre ele lipsesc, să se alimenteze consumatorii din faza sau fazele rămase.

Răspunsul la testul din numărul trecut are una din variante, trimisă de domnul Eugen Draghici, astfel



RENEXPO® SOUTH-EAST EUROPE, cel mai mare şi semnificant eveniment din domeniul energiei regenerabile în România, revine cu cea de-a IV-a ediţie la Sala Palatului din Bucureşti, între 9-11 Noiembrie 2011. Din 2008 a devenit cunoscut ca unul din cele mai mari platforme de energie din regiunea de Sud-Est a Europei şi un punct de întâlnire în capitala României pentru persoane cheie şi experţi. Domeniul energiei regenerabile în România este în mod cert o industrie în creştere. Pe de-o parte ţara oferă bune condiţii, iar pe de altă parte, creşterea cererii în ţară şi în regiune reprezintă o stimulare pentru investiţii mari. Numărul certificatelor verzi tranzacţionate în Martie 2011 pe Piaţa Centralizată a Certificatelor Verzi, a crescut cu 17.785 de unităţi, comparativ cu statisticile din ultimii ani.

În zona publică, Ministerul Mediului şi Pădurilor a aprobat finanţarea programului naţional cu privire la instalarea unor sisteme de încălzire ce utilizează energia regenerabilă sau de completare a sistemelor clasice de încălzire

Prin urmare, RENEXPO® SOUTH-EAST EUROPE este locul perfect pentru a intra în contact cu experţi şi persoane cheie din domeniul energiei regenerabile în România. Evenimentul reuneşte pentru a IV-a oară în perioada 9-11 Noiembrie 2011 la Sala Palatului din Bucureşti, multiplicatori şi actori din regiunea de sud-est a Europei, la un eveniment central.

În 2011 este aşteptată o creştere a numărului de expozanţi de peste 10%, care va reflecta pe larg, continuarea tendinţei pozitive a industriei. Pe parcursul celor trei zile de târg, se aşteaptă la 75 de expozanţi care vor informa peste 3500 de vizitatori cu privire la produsele şi serviciile lor inovatoare în domeniul energiilor regenerabile şi a eficienţei energetice.

Târgul internaţional vă aşteaptă cu subiecte precum: energia eoliană, energia solară, hidroenergia, biogaz, pompe de căldură şi energia geotermală, eficienţă energetică în construcţii şi renovare, servicii energetice, cogenerare şi multe altele. Parcul Eolian şi Solar reprezintă o zonă separată a târgului, unde expozanţi din acest domeniu se vor aduna, pentru a putea fi găsiţi mai uşor de către vizitatorii de specialitate.

Mai multe conferinţe în paralel cu subiecte pe energie regenerabilă: energia eoliană, energia solară, biomasă, hidroenergia şi altele, vor fi susţinute ca parte din târg, unde autorităţile publice naţionale şi internaţionale, asociaţii, companii şi oameni de ştiinţă vor prezenta tendinţe, rezultatele cercetării, tehnologii şi inovaţii în domeniul lor.

Mai multe informaţii despre **RENEXPO® SOUTH-EAST EUROPE**, din 9 – 11 Noiembrie 2011 la Sala Palatului din Bucureşti, - puteţi găsi pe www.renexpo-bucharest.com.

Contact şi informaţii:
REECO RO Expoziţii S.R.L.
B-dul. Revoluţiei, Nr. 96, Ap. 4, 310025 Arad
Tel:: +40 (0) 257-23099 - 9
Fax: +40 (0) 257-23099 - 8
info@reeco.ro
www.reeco.ro

Despre **Grupul REECO**: Organizatorul, REECO RO Expoziţii, face parte din Grupul REECO cu firma mamă în Germania şi filiale în Salzburg, Austria, Bruxelles, Belgia, Budapesta, Ungaria şi Arad, România. Din 1997, aproximativ 50,000 de experţi din 70 ţări participă la târgurile şi conferinţele organizate de REECO. Găsiţi mai multe detalii pe www.energy-server.com.

ILUMINAT

Sistem de alimentare pentru lămpile fluorescente compacte în iluminatul rezidential

Premiul "Articolul numarului 23"

Premiu sponsorizat de firma EATON Powering Business Worldwide

Rezumat

Balastul electronic pentru lampi fluorescente compacte functioneaza la frecvente cuprinse intre 30 si 50 kHz avand in schema un filtru de reţea, un redresor, condensator de filtrare, un circuit de control şi un invertor cu două tranzistoare pentru a obţine o tensiune alternativă şi pentru a determina rezonanţa pentru a amorsa lampa şi apoi a o alimenta.

Sunt prezentate diverse tipuri de scheme pentru alimentarea lampilor fluorescente compacte de 9 – 105 W existente la aceasta ora si posibilitatea utilizarii unor scheme de balasturi electronice care sa imbunatateasca principalele caracteristici electrice ale lampilor si anume: forma de unda, THD-ul, factorul de putere, puterea absorbita si compatibilitatea electromagnetica.

1. Introducere

Alimentarea lămpilor fluorescente compacte se face cu ajutorul unor balasturi electronice care, în conformitate cu standardele actuale, nu impun nişte limite maxime pentru armonicele 2-13, decât la lămpi cu puteri mai mari de 25 W. Pentru restul lămpilor fluorescente compacte cu puteri mai mici de 25 W, conform SR EN 61000-3-2:2006, se impun nişte limite conform criteriilor a) şi b), dar acestea defavorizează regimul armonicelor. În mod normal, toate lămpile fluorescente compacte de puteri 5 W–105 W ar trebui să aibă un regim armonic favorabil reţelei de alimentare, în sensul că depăşirea unor valori ale armonicelor duc la mărirea pierderilor în reţea care sunt plătite de consumator. Aceste balasturi lucrează în plaja de frecvenţă de 30–50 kHz şi pot folosi mai multe scheme de alimentare a LFC-urilor care pot crea un regim de funcţionare mai favorabil acestora având şi caracteristici tehnice mai bune, relativ la regimul aprinderilor repetate, la factorul de putere $\geq 0{,}99$, la THD $\leq 10\%$ şi la alte caracteristici specifice lămpilor.

2. Sistem de alimentare pentru lămpile fluorescente compacte

Alimentarea lămpilor fluorescente conpacte la frecvenţă ridicată asigură limitarea efectului stroboscopic determinat de stingerea arcului electric la trecerea curentului electric din canalul de descărcare prin valoarea zero. În cazul lămpilor alimentate la frecvenţa industrială (50 Hz), stingerea arcului electric de 100 ori pe secundă, deşi nu este sesizată direct de către ochiul uman datorită remanenţei retinei, conduce la obosirea ochiului, iar în cazul utilizării acestui sistem de iluminare în cadrul unor procese variabile în timp, cu o anumită viteză, pot apărea accidente datorate senzaţiei de iluminare sacadată a obiectelor (figura 1).

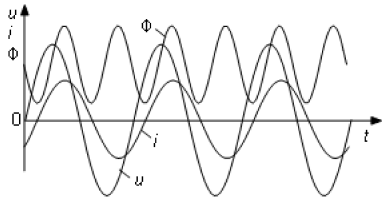


Figura 1. Variaţia fluxului luminos în cazul lămpilor fluorescente compacte alimentate la 50 Hz

Balastul electronic, utilizat în cazul lămpilor fluorescente compacte are un dublu rol: de a asigura alimentarea canalului de descărcare cu o tensiune de frecvenţă ridicată (30 kHz-50 kHz) şi de a limita valoarea curentului electric de descărcare în zona de funcţionare stabilă a arcului electric din interiorul tubului de descărcare.
Schema tipică de alimentare cuprinde un filtru de reţea, un redresor, condensator de filtrare, un circuit de control şi un invertor cu două tranzistoare pentru a obţine tensiune alternativă şi pentru a determina rezonanţa pentru a amorsa lampa şi apoi a o alimenta.
În figura 2 este prezentată schema generală constructivă a unei lămpi fluorescente compacte.

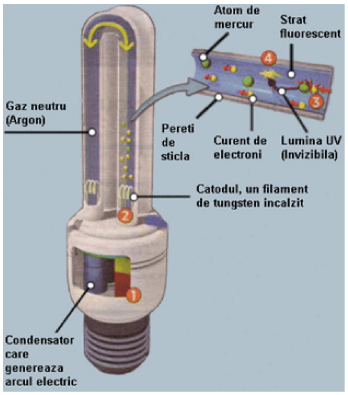


Figura 2. Componentele unei lămpi fluorescente compacte

Se observă tubul de descărcare în care este introdus un gaz neutru (argon) ca gaz de iniţiere a descărcării şi o picătură de mercur care se vaporizează datorită căldurii dezvoltată de arcul electric iniţiat în atmosfera de argon. Soclul lămpii include balastul electronic (în cazul lămpilor cu balast electronic inclus). Filamentul realizat din wolfram acoperit cu pământuri rare permite ca la circa 900˜C să apară un număr suficient de electroni prin termoionizare, astfel încât să poată fi menţinută descărcarea în arc electric în tubul de descărcare. După realizarea descărcării în arc electric temperatura filamentelor este menţinută prin lovirea acestora de către ionii de mercur.
Descărcarea electrică în atmosfera de vapori de mercur determină o intensă emisie de radiaţii electromagnetice cu preponderenţă în spectrul ultraviolet.
Conversia în radiaţii din spectrul vizibil are loc în stratul fluorescent depus pe partea interioară a tubului d edescărcare.
Curentul electric absorbit din circuitul de alimentare, în lipsa circuitului specializat PFC (power factor corrector) are forma unor impulsuri, corespunzătoare procesului de încărcare a condensatorului din circuitul intermediar de tensiune continuă prin blocul de redresare. Blocul invertor (circuit basculat) determină la bornele tubului de descărcare o tensiune de formă alternativă cu frecvenţa de 30 kHz-50 kHz. Balastul electronic este amplasat, în mod obişnuit, în partea inferioară a lămpii (fig. 3).

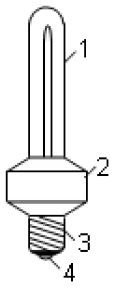


Figura 3. Lampă fluorescentă compactă: 1˜ tub din sticlă în formă de U; 2 – balast electronic;3 – Soclu; 4˜ Piesă de contact.

Amorsarea lămpii este realizată într-un circuit rezonant LC, activ numai pe durata în care încă nu s-a dezvoltat descărcarea electrică (fig. 4).

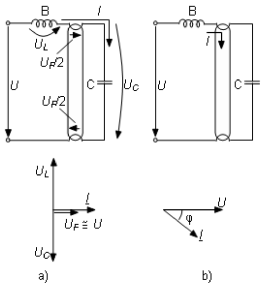


Figura 4. Aprinderea lămpii fluorescente compacte într-un circuit rezonant L-C: a) înainte de aprinderea lămpii; b) în funcţionare normală

În figura 5 este indicată forma curentului electric absorbit de o lampă fluorescentă compactă, în condiţiile utilizării diferitelor tipuri de filtrare pentru limitarea perturbatiilor armonice.

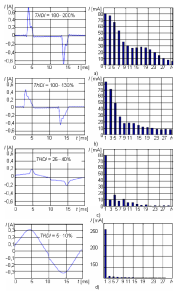


Figura 5. Variaţia formei curentului electric absorbit şi a spectrului armonic în funcţie de tipul filtrului utilizat: a) fără filtrare (calitate slabă); b) filtru pasiv (calitate medie); c) filtru îmbunătăţit (calitate bună); d) filtru activ (calitate foarte bună).

Analiza experimentală a pus în evidenţă necesitatea limitării perturbaţiilor armonice, în special la lămpile cu puteri nominale peste 20 W. Acest aspect trebuie să fie luat în considerare chiar şi la lămpile de puteri mai reduse, odată cu creşterea numărului de lămpi flurescente compacte în funcţiune, dar şi odată cu creşterea exigenţelor privind calitatea energiei electrice la barele de alimentare a celorlalţi utilizatori conectaţi la reţeaua electrică publică.
În general sistemele de iluminat electric, fiind conectate între o fază şi conductorul neutru pot determina importante nesimetrii în reţeaua electrică de alimentare.
Limitarea nesimetriei determinată de lămpile electrice, ca receptor de energie electrică, poate fi realizată printr-o proiectare adecvată a instalaţiei electrice de alimentare prin încărcarea practic egală a celor trei faze ale reţelei electrice.
Durata de viaţă a lămpii depinde şi de modul în care se face aprinderea acesteia. În acest sens, există două moduri de aprindere:
- instantanee;
- controlată.
În cazul aprinderii controlate, un circuit specializat al lămpii asigură preâncălzirea filamentelor prin creşterea controlată a curentului electric în circuitul de descărcare.
Variaţia mărimilor electrice, la bornele lămpii pe durata procesului de preâncălzire şi amorsare este indicată în figura 6.

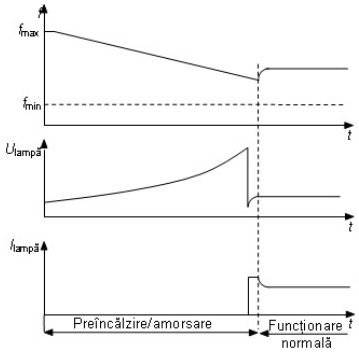


Figura 6. Variaţia mărimilor electrice pe durata procesului de pornire a lămpii

Se asigură astfel limitarea solicitării iniţiale a filamentului lămpii şi, în consecintă, creşterea duratei de viaţă a lămpii. Efectul controlului curentului electric în procesul de aprindere a lămpii prezintă un interes deosebit în special în zonele cu acţionări dese ale sistemului de iluminat.
Balasturile electronice, prevăzute cu un circuit specializat, permit reglarea adaptivă a fluxului luminos, asigurând astfel utilizarea eficientă a energiei electrice dar şi un mediu luminos adecvat activităţilor desfăşurate.
Utilizarea sistemului de control a nivelului

de iluminare prezintă un interes deosebit în spaţiile cu calculatoare, în sălile de conferinţă, în zonele de relaxare etc.
Pentru reglarea fluxului luminos este crescută frecvenţa invertorului determinând reducerea curentului electric în lampa. Un circuit de control al curentului electric asigură reglarea acestuia în funcţie de valoarea setată a reglajului. Frecvenţa descreşte odată cu preâncălzirea filamentelor, iar tensiunea şi curentul electric cresc.
În figura 7 se observă formele curentului şi a tensiunii la bornele lămpii pentru frecvenţele: de exemplu o lampă de 32 W la frecvenţele de 43 kHz (maxim flux); 62 kHz (mediu) si 67 kHz (minim).
În principiu curentul electric absorbit din

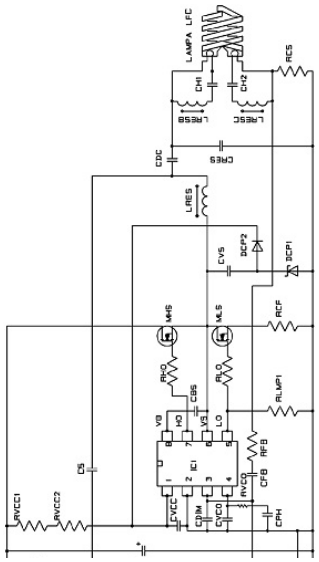


Figura 7. Variaţia mărimilor electrice la bornele tubului de descărcare pe durata reglării fluxului luminos

reţeaua electrică de alimentare are componenta fundamentală în fază cu tensiunea aplicată (considerată practic sinusoidală). În aceste condiţii factorul de putere $\lambda = P/S$, în care P este puterea activă absorbită, iar S este puterea aparentă, este determinat numai de distorsiunea curbei de curent electric.
în care s-a considerat că tensiunea are numai

$$\lambda = \frac{P}{S} = \frac{\sum_{h=1}^{\infty} U_h \cdot I_h \cdot \cos\varphi_h}{U \cdot I} \cong \frac{I_1}{I} \qquad 1$$

armonica fundamentală h =1.
Din relaţia (1) rezultă următoarea relaţie (2) dintre factorul de putere şi factorul total de distorsiune.
În figura 8 este prezentată relaţia dintre factorul de putere şi factorul total de distorsiune. Se observă faptul că realizarea unui factor de

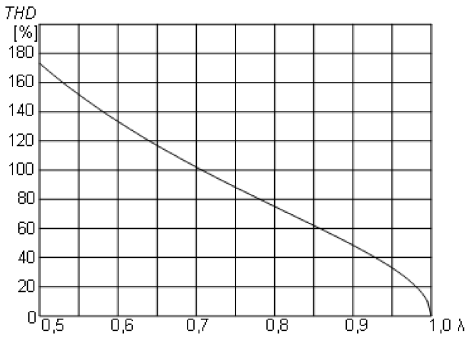


Figura 8. Relaţia dintre factorul de putere λ şi factorul total de distorsiune la lămpile fluorescente compacte

putere egal cu 0,9 necesită un factor total de distorsiune de cel mult 48%.
Factorii care influenţează durata de viaţă a lămpilor fluorescente compacte sunt: tensiunea de funcţionare, supratensiuni, şocuri mecanice, temperatura ambientală, acurateţea fabricaţiei (presiunea vaporilor de mercur are o influenţă importantă), frecvenţa comutărilor (la o conectare la fiecare 5 minute, durata de viaţă se reduce la 1000 ore). Se recomandă ca între comutări să fie cel puţin 15 minute. Cel mai des se constată defectarea condensatorului din circuitul rezonant de amorsare a tubului. In general datorită utilizării de componnete de slabă calitate. Dacă tubul nu este aprins există pericol de distrugere a elementelor din circuitul de invertare.
În general, repararea LFC nu este rentabilă, având în vedere costurile reduse ale componentelor dar costul ridicat al forţei de muncă. Funcţionarea la frecvenţă ridicată poate determina interferenţe radio (CEM). radiaţiile electromagnetice determinate de funcţionarea invertorului pot fi transmise în reţeaua electrică sub forma unor perturbaţii conduse sau pot fi transmise în mediul înconjurător. Pentru limitarea perturbaţiilor conduse, este necesară prevederea filtrului de reţea în schema de alimentare. Perturbaţiile radiate, în general sunt reduse şi nu se suprapun domeniilor de lucru al staţiilor de radio cu modulaţie în amplitudine.

3. Scheme de alimentare a lămpilor fluorescente compacte

In cele ce urmeaza vom prezenta 4 scheme electrice pentru balasturi electronice ce se pot utiliza pentru alimentarea lămpilor fluorescente compacte (LFC) în gama de puteri 9–105 W
Schema bloc a unui balast electronic utilizat

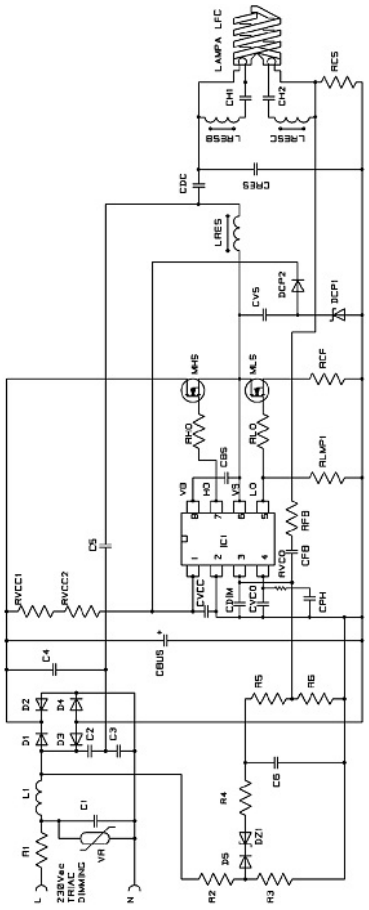


Figura 9. Schema dimming cu triac

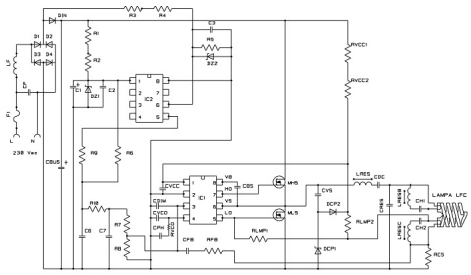


Figura 10. Schema LFC cu microcontroler

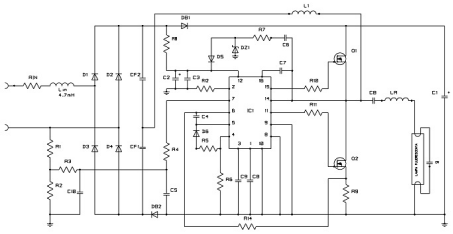


Figura 11. Schema unui balast electronic pentru lămpi fluorescente compacte cu puteri mai mari de 25 W

pentru alimentarea lămpilor fluorescente compacte se compune din următoarele: filtru EMI, bloc redresare, dimming balast control,

etaj de iesire, microcontroller, detector de puls, dimming feedback lampă.
Un balast electronic cu dimming este format din următoarele blocuri: un microcontroller care permite controlul sistemului de dimare prin furnizarea unui număr de 4 nivele fixe de dimming activate prin impulsuri de pornire oprire a tensiunii de alimentare mai mici de 1 secundă, având ca sursă de lumină lampa compactă (LFC) de 25 Watts. Balastul electronic conţine un filtru EMI şi un circuit pentru controlul balastului utilizând circuitul integrat IRS 2530D de la International Rectifier prezentat în variantele din figura 11.
Balastul electronic pentru lămpi compacte (LFC) este centrat pe platforma de dimming din circuitul IRS2530D. Din schema electrică a balastului electronic cu dimming programat din figura 9 se observă că un current de arc este detectat în lampă de către rezistorul RCS după aprindere şi este adăugat la redresorul de tensiune continuă pentru a furniza un semnal alternativ cu un offset pozitiv pe pinul DIM a circuitului integrat IC1.
În timpul modului de lucru în dimming microcontrolerul IRS2530D reglează frecvenţa oscilatorului în aşa fel încât să menţină amplitudinea acestui semnal de feedback astfel încat frontul negativ al impulsului recepţionat să fie redresat la referinţa de 0 volti. În acest fel amplitudinea vârf la vârf a semnalului AC de feedback este redresată în 2 nivele DC de tensiune continuă.
Microcontrolerul IRS2530D încorporează un oscillator controlat în tensiune, prin care tensiunea de la pinul VCO determină frecvenţa. Acesta este de asemenea utilizat pentru a realiza preâncălzirea şi rampa de aprindere la pornirea lămpii. La aplicarea tensiunii de alimentare semnalul de tensiune de la pinul VCO va comuta rapid de la 0 volti. La 0 volţi frecvenţa va fi la cel mai înalt nivel, care este cu mult deasupra punctului de rezonanţă a circuitului deschis. În timp ce tensiunea creşte, frecvenţa de lucru va scădea treptat şi tensiunea pe lampă va creşte la fel şi curentul prin catozi. Aceasta configuraţie utilizează modul de încălzire în tensiune prin intermediul a două înfăşurări auxiliare de pe inductorul rezonant de ieşire a balastului. Această metodă este cea mai simplă şi cea mai ieftină, uneori putând fi folosită şi ca modul de încălzire în curent dacă a fost adăugat un transformator auxiliar care va da sensul curentului prin arc.
În timp ce frecvenţa continuă să coboare, tensiunea la ieşirea balastului către lampă va creşte până la punctul în care se va realiza aprinderea lămpii. La acest punct curentul de arc începe să treacă prin lampă şi se va produce un semnal de feedback la rezistorul de detectare a curentului RCS. Dacă aprinderea nu se realizează atunci microcontrolerul IRS2530D nu va mai fi activ, trecând într-unul din modurile de protecţie.
Tensiunea de referinţă pentru controlul dimming-ului este furnizataă pinului DIM al circuitului integrat IC1 şi generată de microcontrolerul IC2 la ieşirea GP2. Pinii GP înseamnă pini de I/O (intrare/iesire) de interes general ai microcontrolerului, care pot fi configuraţi şi programaţi ca intrări de înaltă impedanţă sau ca ieşiri CMOS. Tensiunea DC de control a dimming-ului este produsă prin intermediul filtrului de integrare care este alimentat cu un semnal dreptunghiular. Semnalul dreptunghiular este generat de microcontroller, cu o frecvenţă fixă, dar cu 4 factori de umplere diferiţi. Prin fiecare factor de umplere va fi controlat un anumit nivel de dimming.
Intrarea GP1 a microcontrolerului IC2 este conectată şi la tensiunea de alimentare AC prin intermediul unui circuit de filtrare cu o foarte scurtă întârziere. Cele de mai sus permit circuitului IC2 să detecteze foarte rapid căderile şi revenirile tensiunii de alimentare AC. Capacitorul C1, care furnizează tensiunea continuă de 5 V circuitului IC2, este suficient de mare pentru a permite funcţionarea lui IC2 înca mai mult de 1 secundă după căderea tensiunii de alimentare a balastului . Când alimentarea este oprită, circuitul IC2 detectează rapid acest lucru şi porneşte un numărător din acest moment. Dacă tensiunea de alimentare revine în mai puţin de 1 secundă , atunci nivelul de dimming este redus cu o treaptă, astfel reducerea nivelului factorului de umplere la semnalul de ieşire va determina reducerea dimmingului cu un pas. Dacă nivelul de dimming era la nivelul minim, în urma unui acţiuni descrise mai sus, va trece în nivelul maxim de dimming. În concluzie, la fiecare acţiune de oprire pornire, cu durata de oprire mai mică de 1 secundă , se modifică nivelul de dimming cu o treaptă. În cazul în care tensiunea de alimentare se inrerupe pentru mai mult de 1 secundă, atunci nivelul de dimming nu se va modifica. După ce nivelul tensiunii pe capacitorul C1 va fi mai mică decât nivelul minim de operare a circuitului IC2, microcontrolerul nu va mai funcţiona.
În schema propusă s-a utilizat microcontrolerul PIC12F629, care conţine câteva memorii EEPROM care nu îşi pierd informaţia la căderea tensiunii de alimentare. Acesta permite microcontrolerului să memoreze ultimul nivel de dimming stabilit înaintea opririi tensiunii de alimentare pentru mai mult de 1 secundă. Asta va permite ca balastul să pornească de la nivelul de dimming existent înainte de căderea tensiunii de alimentare indiferent de durata întreruperii tensiunii de alimentare.
Balasturi electronice pentru lămpi LFC cu dimmer sunt prezentate în figurile 9 si 10.
Un sistem obisnuit de dimming este alcătuit din lampă şi dimmer. Dimmerul are la bază un triac şi alte câteva componente. Aceste dimmere se aseamănă cu dispozitivele folosite la laămpile cu incandescenţă pentru reducerea nivelului de iluminare.
Atunci când balastul pentru lămpile LFC nu este o sarcină rezistivă, balastul nu are un circuit de corecţie a factorului de putere. Dacă o lampă cu incandescenţă este înlocuită direct cu o lampă fluorescentă compactă , aceasta din urmă nu va funcţiona corespunzator va avea o serie de pâlpâiri şi nu va da o lumină satisfacatoare.
Un balast LFC constă din următoarele: un circuit de redresare, un capacitor electrolitic, un circuit de comandă, o jumătate de punte cu tranzistoarele de putere şi circuitul rezonant.Sursa de energie este cea din condensatorul electrolitic încărcată de la sursa de alimentare cu tensiune alternativă AC la momentul apropiat de tensiunea de vărf dintr-o jumătate de ciclu, Cand balastul pentru lămpile compacte este conectat la un dimmer cu triac , triacul conduce numai după ce a fost triggerat, adică atunci când tensiunea redresată este mai mare decât tensiunea din condensatorul electrolitic. La acest moment limită capacitorul poate fi încărcat cu acelaşi impuls de la intrarea tensiunii de alimentare AC, iar triacul este atunci interupt imediat. Este imposibil de reglat tensiunea continuă DC din condensatorul electrolitic şi atunci ungiul de aprindere al triacului va fi mai mic de 90 grade. De multe ori lampa va continua să aiba un flicker şi va rămâne instabilă dacă tensiunea continuă nu este bine controlată.

4. Concluzii

Sistemul de alimentare al lămpilor fluorescente compacte se compune din următoarele: filtru EMI, bloc redresare, dimming balast control, etaj de ieşire, microcontroller, detector de puls, dimming feedback lampă.
Acest sistem de alimentare în funcţie de schema de utilizare folosită poate favoriza obţinerea unor caracteristici tehnico-economice cât mai bune. În acest sens, schemele de alimentare ale lămpilor fluorescente compacte prezentate mai sus pot duce la obţinerea unui factor de putere $\geq 0,99$, al unui THD $\leq$ 5-7%, a unei puteri absorbite de la reţea $\leq$ 15% faţă de puterea nominală, a

preâncălzirii filamentelor ce duce la mărirea duratei de viaţă a unor lămpi până la 20.000 ore şi deci, prin utilizarea LFC-urilor, la economii de energie electrică în buzunarul consumatorului casnic.

La ora actuală, specialiştii din cercetare, ţinând seama de înlocuirea lămpilor cu incandescenţă, cu lămpile fluorescente compacte, începută în anul 2009, caută să rezolve prin utilizarea unor surse de alimentare cu balasturi electronice adecvate, toate problemele legate de îmbunătăţirea caracteristicilor tehnico-economice mai sus menţionate.

Bibliografie

[1] Bianchi C. ş.a. Sisteme de iluminat interior şi exterior, Matrix Rom, Bucureşti, 1998.

[2] Boyce P.R. , Education: the key to the future of lighting practice, Lighting Research & Technology 38, 4 (2006) pp. 283-294.

[3] CÂMPEANU G., COSTEI M., VIŞAN I., MATEI S., CIOCÂRLIE N., ORŢAN A., PETRE E., CERCETĂRI PRIVIND INFLUENŢA LUMINII MONOCROMATICE DE TIP LED ASUPRA PERFORMANŢELOR PRODUCTIVE, CALITĂŢII CARCASELOR ŞI A STĂRII DE SĂNĂTATE A PUILOR BROILER, Conferinţa internaţionala de iluminat, 2003, 14.

[4] DEHOFF P., BEU D., NOUA NORMĂ EUROPEANĂ EN 12 464, Conferinţa internaţională de iluminat, 2003, 16.

[5] DIRECTIVA 2005/32/CE a Parlamentului European şi a Consiliului, de instituire a unui cadru pentru stabilirea cerinţelor în materie de proiectare ecologică aplicabile produselor consumatoare de energie şi de modificare a Directivei 92/42/CEE a Consiliului şi a Directivelor 96/57/CE şi 2000/55/CE ale Parlamentului European şi ale Consiliului din 6 iulie 2005

[6] DIRECTIVA 2009/125/CE a Parlamentului European şi a Consiliului de instituire a unui cadru pentru stabilirea cerinţelor în materie de proiectare ecologică aplicabile produselor cu impact energetic din 21 octombrie 2009

[7] REGULAMENTUL (CE) NR. 244/2009 AL COMISIEI de implementare a Directivei 2005/32/CE a Parlamentului European şi a Consiliului în ceea ce priveşte cerinţele de proiectare ecologică pentru lămpi de uz casnic nondirecţionale din 18 martie 2009

[8] ***General Electrics, http://gelighting.com

[9] ***Osram, http://www.osram.de

[10] ***Philips, http://www.lighting.philips.com

[11] ***Sylvania, http://sylvania-lighting.com

[12] Bianchi C. ş.a., Sisteme de iluminat interior şi exterior. Concepţie. Calcul. Soluţii, Editura Matrix, Bucureşti, 1998.

Constantin Ivanovici, Gheroghe Ghiur, Nicolae Golovanov, Aurelia Ionescu, Ionel Popa, Cristian Lunganu